



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA  
ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

RIOS LARREA JOSE FELICIANO

ASESOR:

Mg. DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO – PERÚ

2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACION



En la ciudad de Chiclayo, siendo las 8:30 horas del día 03 de noviembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N° 2602 - 2018-UCV-CH, de fecha 24 de octubre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE" presentado por el(la) (los) bachiller RIOS LARREA, JOSÉ FELICIANO, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Sirlopu Gálvez Edwin  
Secretario : Ing. Vives Garnique Juan Carlos  
Vocal : Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 9:20 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 03 de noviembre de 2018

Ing. Sirlopu Gálvez Edwin  
Presidente

Ing. Vives Garnique Juan Carlos  
Secretario

Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique  
Vocal

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi madre Juana y mi padre José por ser los pilares fundamentales en todo lo que soy como persona, por sus valores inculcados y por todo su apoyo incondicional perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hermano que me acompañan siempre y me brinda su amor y apoyo incondicional, en cada paso que doy.

A mis amigos del grupo GDM que me apoyaron en todo momento en el transcurrir de nuestra etapa académica y hasta ahora seguimos siendo amigos.

Y por último a mis familiares, amigos y todas aquellas personas que creyeron en mí y aportaron para lograr mis metas trazadas.

José

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por estar conmigo siempre y fortalecer mi mente; a mis padres por apoyarme y darme el respaldo en mis estudios; también a mis asesores por brindarme sus conocimientos y guiarnos en nuestra formación universitaria y por último agradecer a nuestra distinguida universidad “Cesar Vallejo” por habernos abierto las puertas de este prestigioso templo del saber, cuna de buenos profesionales.

José.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, RIOS LARREA JOSE FELICIANO estudiante de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica, identificado con DNI 40280919, Con la tesis titulada "DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBA YEQUE"

Declaro que:

- La tesis es veraz de mi propia autoría.
- He respetado las normas, el ISO para las referencias. Por tanto, este proyecto de tesis es totalmente autentica.
- En los procedimientos realizados no ha tenido un auto plagio; es decir, un duplicado de otras tesis.
- Los correspondientes datos de los resultados son verdaderos, acorde a la realidad investigativa.

De tal manera si se identificara alguna falta, auto plagio y falsedad, me someto a las normas establecidas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, Noviembre del 2018

  
\_\_\_\_\_  
RIOS LARREA JOSE FELICIANO  
DNI: 40280919

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

Respetando las normas establecidas vigentes de grados y títulos de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo. Presento este trabajo titulado:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”**

Los sistemas fotovoltaicos, que permiten la generación de electricidad a partir de la radiación solar, constituyen una alternativa importante en aplicaciones en que se requiere alimentar equipos eléctricos en áreas que se encuentran excesivamente alejadas de la red eléctrica, o en que las condiciones del terreno circundante imposibilitan la extensión de las líneas de transmisión para cubrir las necesidades de electrificación en estas zonas.

En el Perú, no se logra cubrir al 100% la electrificación debido a muchos factores, éstas brechas según los estudios realizados por las Instituciones pertinentes deben ser cubiertas por las energías renovables no convencionales, siendo el uso de la energía solar, una alternativa viable técnica y económica. El caserío la Algodonera no está incluido en el plan de electrificación rural en el distrito de Olmos, por lo cual, las expectativas de contar con energía eléctrica para satisfacer las necesidades básicas, serán con energía fotovoltaica.

**RIOS LARREA JOSE**

## INDICE

Acta de sustentación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Indicé.....	vii
Indicé de figuras.....	x
Indicé de tablas.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
1.1 Realidad problemática. ....	14
1.1.1 Realidad problemática internacional.....	14
1.1.2 Realidad problemática nacional.....	16
1.1.3 Realidad problemática local.....	21
1.2 Trabajos previos.....	25
1.3 Teorías relacionadas al tema. ....	27
1.4 Formulación del problema.....	37
1.5 Justificación del estudio.....	37
1.6 Hipótesis. ....	38
1.7 Objetivos.....	38
<b>II MÉTODO.....</b>	<b>39</b>
2.1 Diseño de investigación:.....	39
2.2 Variables, operacionalización. ....	39
2.3 Población y muestra. ....	41
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y Confiabilidad.....	41
2.4.1 Técnicas. ....	41
2.4.2 Instrumentos para la recolección de datos.....	41
2.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos. ....	41
2.5 Métodos de análisis de datos.....	42
2.6 Aspectos éticos. ....	42

III	RESULTADOS.....	43
3.1.	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELÉCTRICA.....	43
3.2.	ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR.....	46
3.2.1.	Ubicación Geográfica.....	46
3.2.2.	Niveles de Radiación.....	46
3.3.	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	51
3.3.1.	Calculo de Potencia de Panel fotovoltaico.....	52
3.3.2.	Calculo del Número de Panel Fotovoltaico.....	52
3.3.3.	Cálculo y selección del banco de baterías.....	56
3.3.4.	Calculo de Selección del Regulador de Carga.....	58
3.3.5.	Calculo de selección del Inversor.....	59
3.3.6.	Calculo del Angulo de inclinación al sol.....	62
3.3.7.	Calculo de caída de tensión c.c.....	63
3.3.8.	Calculo de sección del conductor de C.C.....	63
3.3.9.	Calculo de sección del conductor de C.A.....	65
3.4.	EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA.....	67
3.4.1.	Inversión de la propuesta.....	68
3.4.2.	Tiempo de evaluación de la propuesta.....	68
3.4.3.	Costos de explotación.....	69
3.4.4.	Flujo de caja de la implementación de la propuesta.....	69
3.4.5.	Cálculo de las variables económicas.....	70
IV	DISCUSIÓN.....	71
V	CONCLUSIONES.....	73
VI	RECOMENDACIONES.....	74
VII	REFERENCIAS.....	75
	ANEXOS.....	77
	Datos técnicos panel solar.....	76
	Datos técnicos de batería.....	80
	Datos técnicos de regulador.....	83
	Datos técnicos del inversor.....	85
	Características de cables para instalación eléctrica.....	88



Guías de observación.....	91
Fichas de validación de instrumentos de recolección de datos.....	93
Panel fotográfico.....	98
Imagen de TURNITIN.....	99
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	100
Formulario de autorización para la publicación electronica de la tesis.....	101
Autirización de la version final del trabajo de investigación.....	102

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz Producción Primaria de energía en el mundo, 2014.....	14
Figura 2 Fuentes de la energía eléctrica en el mundo, 2015 .....	15
Figura 3 Evolución de la Energía Solar por países .....	15
Figura 4 Tarifas Eléctricas Residenciales en América Latina.....	16
Figura 5 Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional, 1995-2016.....	17
Figura 6 Coeficiente de electrificación al año 2016.....	20
Figura 8 Producción por tipo de combustible, 2016 .....	21
Figura 9 Reubicación de caserío La Algodonera – Olmos.....	22
Figura 10 Proyección del coeficiente de electrificación en Lambayeque al 2020 .....	24
Figura 11 Conversión energética en célula fotovoltaica .....	28
Figura 12 Transformaciones de la Energía.....	29
Figura 13 Componentes de la célula fotovoltaica. ....	30
Figura 14 Sistema Fotovoltaico de uso domiciliario.....	32
Figura 15 Onda de corriente alterna .....	33
Figura 16 Circuito base inversor – Puente completo .....	33
Figura 17 Circuito inversor .....	34
Figura 18 Ecuaciones fundamentales de los circuitos eléctricos.....	36
Figura 19 Triángulos de potencia.....	36
Figura 20 Diagrama de carga de la vivienda a electrificar con energía solar.....	45
Figura 21 Ubicación del caserío la Algodonera .....	46
Figura 22 Mapa solar del Departamento de Lambayeque.....	47
Figura 23 Reporte del tiempo, en estación meteorológica de Morrope. ....	48
Figura 24 Niveles de Radiación en zona de influencia del proyecto. ....	50
Figura 25 Módulo fotovoltaico Eagle PERC 60 300 Wp.....	53
Figura 26 Especificaciones técnicas de panel fotovoltaico .....	53
Figura 27 Especificaciones mecánicas de Panel Fotovoltaico .....	54
Figura 28 Especificaciones técnicas de la batería .....	57
Figura 29 Curvas de carga y descarga de la batería. ....	57
Figura 30 Regulador CX10 .....	58
Figura 31 Especificaciones Técnicas Regulador de Carga CX 10.....	59
Figura 32 Inversor cargador VICTRON 12V 500W .....	60
Figura 33 Tabla de datos técnicos de Inversor .....	60
Figura 34 Estructura para paneles fotovoltaico.....	61
Figura 35 Tabla de conductores para cc de sistema fotovoltaico .....	64
Figura 36 Tabla de calibres de conductores Tipo THW .....	66
Figura 37 Tabla de tarifa Rural para sistemas fotovoltaicos .....	67

## INDICE TABLAS

Tabla 1 Incremento del coeficiente de electrificación en el Perú.....	18
Tabla 2 Avances de la electrificación rural, años 2011-2012.....	19
Tabla 3 Plan Nacional de Electrificación Rural .....	19
Tabla 4 Coeficiente de Electrificación año 2001-2007 .....	23
Tabla 5 Ritmo de uso de los consumidores eléctricos.....	43
Tabla 6 Ritmo de utilización de la energía.....	44
Tabla 7 Bases de datos climatológicos .....	49
Tabla 8 Costos unitarios de elemento del sistema fotovoltaico y gastos de instalación. ....	68
Tabla 9 Flujo de caja del proyecto propuesto.....	69

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado “DISEÑO DE UNA SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”, propone analizar la factibilidad de índole técnico y económico, para la utilización de la energía fotovoltaica en las viviendas del mencionado centro poblado, y de esa manera satisfacer las necesidades energéticas de la población de ese lugar. El potencial del nivel de radiación analizando, que supera el valor de 6 Kwh/m<sup>2</sup>, garantiza la operatividad de la central térmica solar.

La evaluación tiene como inicio de investigación, la problemática de no acceso a la energía de la red del sistema interconectado, debido a la lejanía al punto de alimentación, de aproximadamente 18 Km; con lo cual se optó con estudiar el uso de la energía fotovoltaica. El presente proyecto de investigación, se justifica técnicamente, económicamente, socialmente y ambientalmente, y en todas ellas se ha encontrado que, si se realizase el proyecto, soluciona el problema existente desde dichos puntos de vista. Las proyecciones de la demanda de energía eléctrica, y el potencial de energía solar, son los criterios para el dimensionamiento de los diferentes dispositivos electromecánicos de la central térmica.

Se plantean cuatro objetivos específicos, el primero de ellos analiza la factibilidad técnica del uso de la energía fotovoltaica, con valores de radiación solar que oscilan entre 4 y 6 KWatt-h/m<sup>2</sup>, luego se realiza el cálculo de la demanda de energía eléctrica de cada vivienda proyectada para un periodo de 20 años; como tercer objetivo se realiza el cálculo y selección de los componentes electromecánicos del sistema propuesto, y finalmente se analiza la factibilidad económica utilizando indicadores económicos, los cuales muestran un VAN de S/.20,992.40, una tasa interna de retorno del 16% y la relación beneficio costo de 1.25, que son valores que hacen factible la realización del proyecto de investigación.

La factibilidad de ejecución del proyecto también busca que sea sostenible en el tiempo, con un plan de mantenimiento que será realizado por los mismos usuarios beneficiarios del proyecto.

**Palabras claves:** Necesidad Energética, Radiación Solar, energía fotovoltaica.

## ABSTRACT

This thesis work entitled "DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM, FOR THE GENERATION OF ELECTRIC ENERGY IN THE CITY CENTER OF LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE", proposes to analyze the technical and economic feasibility for the use of photovoltaic energy in the dwellings of the aforementioned populated center, and in this way satisfy the energy needs of the population of that place. The potential of the radiation level analyzed, which exceeds the value of 6 Kwh / m<sup>2</sup>, guarantees the operation of the solar thermal power plant.

The evaluation has as beginning of investigation, the problematic one of not access to the energy of the network of the interconnected system, due to the distance to the point of feeding, of approximately 18 Km; with which it was decided to study the use of photovoltaic energy. The present research project is justified technically, economically, socially and environmentally, and in all of them it has been found that if the project were carried out, it solves the existing problem from these points of view. The projections of the demand for electric power, and the power of solar energy, are the criteria for the sizing of the different electromechanical devices of the thermal power plant.

Four specific objectives are proposed, the first of which analyzes the technical feasibility of the use of photovoltaic energy, with solar radiation values ranging from 4 to 6 KWatt-h / m<sup>2</sup>, then the calculation of the demand for electrical energy is made. each home projected for a period of 20 years; The third objective is the calculation and selection of the electromechanical components of the proposed system, and finally the economic feasibility is analyzed using economic indicators, which show a NPV of S / .20, 992.40, an internal rate of return of 16% and the ratio benefit cost of 1.25, which are values that make feasible the realization of the research project.

The feasibility of project execution also seeks to be sustainable over time, with a maintenance plan that will be carried out by the same beneficiaries of the project.

**Keywords:** Energy Necessity, Solar Radiation, photovoltaic energy.

## I INTRODUCCIÓN

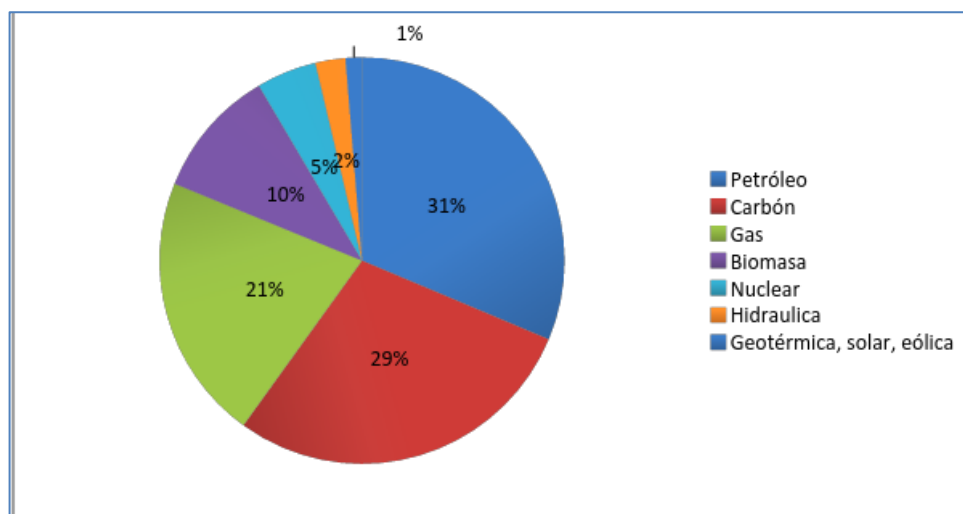
### 1.1 Realidad problemática.

#### 1.1.1 Realidad problemática internacional.

“En el mundo un sexto de la población no tiene acceso a la energía eléctrica, siendo el sector rural el que tiene más bajo índice de viviendas electrificadas” (Acha, 2014).

La energía solar y la eólica encabezan el crecimiento de las fuentes de energía renovables no hidráulicas. En el año 2014 la energía proveniente de los paneles solares, superó los biocombustibles sólidos, y se convirtió en la segunda mayor fuente de energía eléctrica no hidráulica en los países europeos de la OCDE con una tasa del 17,3%. (OCDE, 2015)

En el año 2014, la matriz de producción de energía primaria, lo encabeza el petróleo, seguido del carbón, teniendo a la energía solar dentro del 2%, la producción primaria de energía no es la producción de electricidad, sino las fuentes para generar todo tipo de energía; sin embargo éste valor indica que la energía solar empieza aparecer, y lo más probable que su uso se incremente a medida que los combustibles como el petróleo tenga menos producción o que los costos de los combustibles se incrementen por diferentes aspectos, siendo uno de los ellos temas geopolíticos. (García, 2015).



**Figura 1 Matriz Producción Primaria de energía en el mundo, 2014**

Según estimaciones, realizadas por organismos autorizados como la Agencia Internacional de la Energía (AIE), EL 47% de la energía mundial tendrá como fuente a las centrales termoeléctricas basadas en carbón y un 28% con gas natural. La energía hidroeléctrica y la nuclear continuarían creciendo en términos absolutos, aunque su participación porcentual se reduciría a 9% y 7%, respectivamente. (OLADE, 2014)

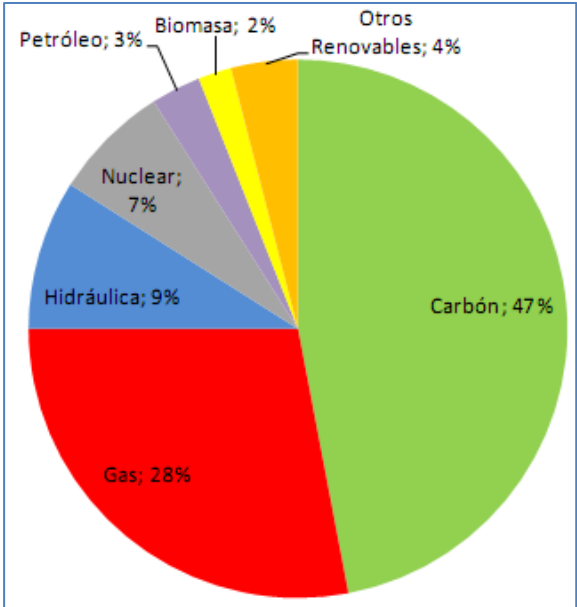


Figura 2 Fuentes de la energía eléctrica en el mundo, 2015

En Latinoamérica, es importante tener en cuenta que muchas zonas rurales de los países no acceden al servicio de energía eléctrica, por factores técnicos, económicos, medioambiental, social; si se analiza el costo de la energía, Uruguay es el País que tiene el mayor precio y Venezuela el que tiene el menor precio de la electricidad, el Perú tiene un precio promedio de 18 centavos de dólar por kw-h. (OSINERGMIN, 2017).

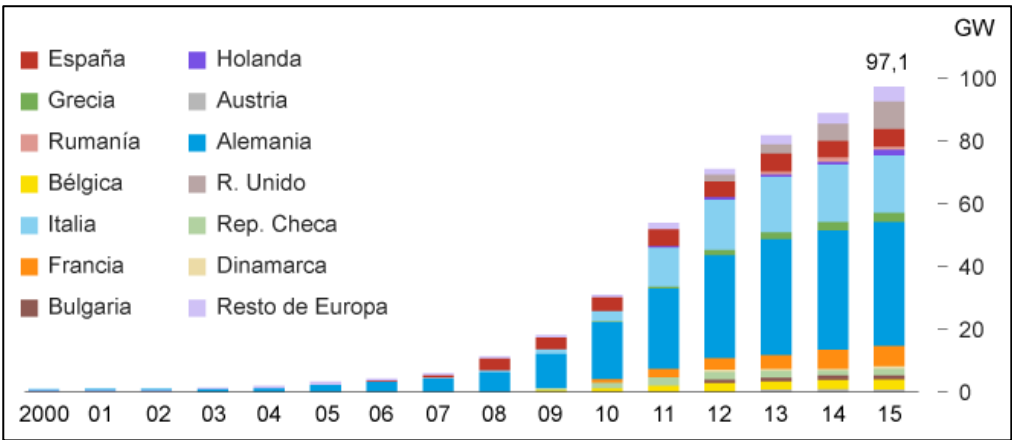
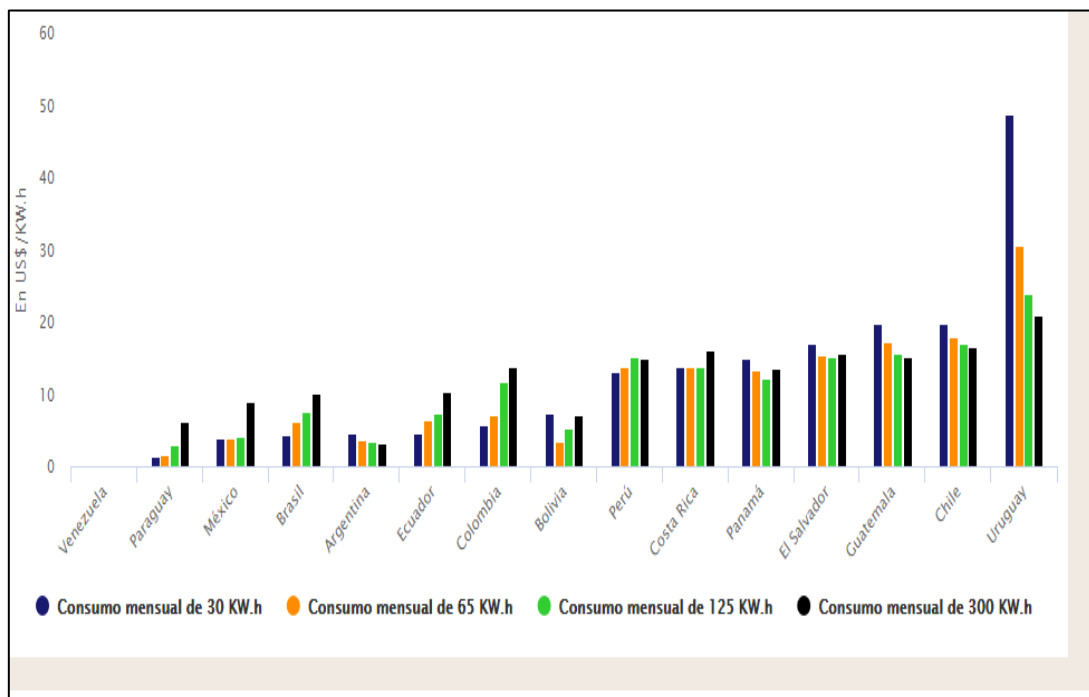


Figura 3 Evolución de la Energía Solar por países

En Europa, todos los países han modificado su matriz energética, en el cual el uso de la energía fotovoltaica, se ha incrementado en porcentajes muy elevados, siendo Holanda el que mayor incentivo muestra para el uso de la energía solar; la evolución en los últimos 15 años es sin precedentes, y la tendencia es seguir creciendo, y en algún momento en los próximos años, la energía solar sea la primera en el mundo, como energía primaria o para electricidad.



**Figura 4 Tarifas Eléctricas Residenciales en América Latina**

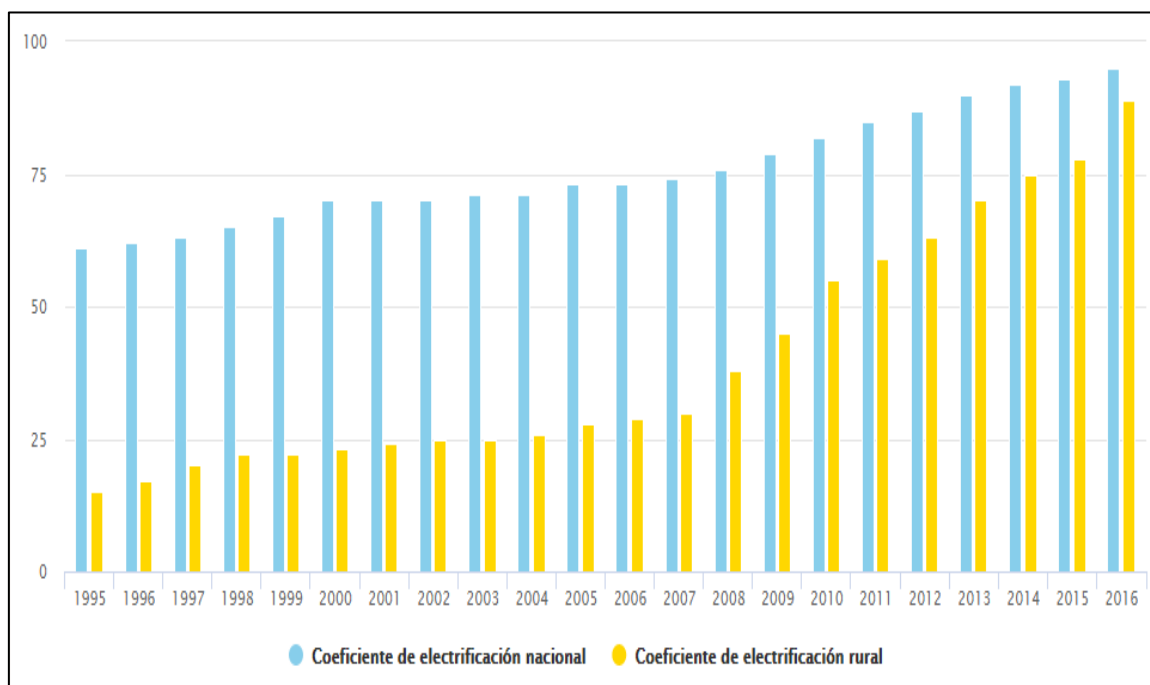
### 1.1.2 Realidad problemática nacional.

“La energía solar, a través de paneles fotovoltaico, contribuye a que en algunas zonas rurales del Perú, tengan acceso a la electricidad, lo cual propicia su desarrollo, sin embargo no alcanza a todos los lugares del Perú”. (Dirección General de Electrificación Rural, 2009).

Los altos costos de los sistemas fotovoltaicos, debido a que son comercializados por entidades privadas, en la cual un sistema fotovoltaico puede costar entre 1500 a 2000 dólares, hace inviable la ejecución de proyectos en las zonas rurales del Perú, por lo que el Estado en algunos lugares realiza programas que subsidian en parte de los costos de instalación, sin embargo esa cobertura es aún pequeña, agravándose aún más con los problemas inherentes a la administración pública en el País, en los cuáles los proyectos, siguen un largo camino



desde su elaboración de perfil hasta su ejecución, en donde se asignan los recursos necesarios.



**Figura 5 Evolución del coeficiente de electrificación rural y nacional, 1995-2016**

El coeficiente de electrificación, es un indicador que nos muestra el número de viviendas que tienen energía eléctrica por cada 100 viviendas; en ella se muestra que el Estado Peruano, ha invertido varios cientos de millones de soles en incrementar éste indicador.

Hacia el año 1995 el coeficiente de electrificación era aproximadamente del 60%, incrementándose significativamente en el año 2000 al 70%, en el año 2005, registra un valor del 75%; mediante la implantación de políticas de estado, con planes definidos, para el año 2010, éste valor supera el 80%, y para el 2016 el coeficiente de electrificación nacional es cercano al 94%.

Sin embargo, haciendo ese mismo análisis, pero en el sector rural del Perú, en donde una de sus principales características de la población es que tiene una baja densidad demográfica, no acceso con carreteras y con índices de desarrollo humano muy bajos; el coeficiente de electrificación rural tenía un valor en el año 1995 menor al 20%; es decir era una crisis

energética en este sector que no permitía su desarrollo y acceso al mundo exterior, por carecer de medios de información.

Hacia el año 2007, éste indicador en el sector rural, se elevó hasta un valor del 30%, para lo cual se implementaron ciertas medidas como es la exoneración de impuestos en la región de la selva del Perú, así como también se afianzó la administración de éstas obras, a través de la población en núcleos vecinales, el estado comenzó a designar partidas económicas para electrificar los caseríos de los distritos de la sierra y selva del Perú, para lo cual previamente había concesionado los subsectores eléctricos para una mejor administración.

Desde el periodo 2007 hacia el año 2016, el coeficiente de electrificación rural, es donde en realidad tiene su mayor crecimiento, llegando a superar el 80%. Cabe resaltar que éste importante crecimiento es uno de los mayores éxitos que ha tenido los gobiernos democráticos en los últimos años en el Perú, en donde se ha respetado los planes de electrificación, sin embargo para cubrir el 15% de viviendas aún no electrificadas, éste valor tendrá un crecimiento muy lento, debido a que por las características propias del sector rural, es cada vez más difícil su acceso al sistema interconectado nacional, básicamente a que utilizar la energía eléctrica convencional, no calificará técnica no económicamente.

**Tabla 1 Incremento del coeficiente de electrificación en el Perú.**

<b>COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION</b>	<b>1993</b>	<b>2007</b>	<b>2012</b>
<b>NACIONAL</b>	<b>54,0 %</b>	<b>74,1 %</b>	<b>87,2 %</b>
<b>RURAL</b>	<b>7,7 %</b>	<b>29,5 %</b>	<b>63,1 %</b>

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

**Tabla 2 Avances de la electrificación rural, años 2011-2012**

Nº	DEPARTAMENTO	Nº OBRAS	INVERSION TOTAL (S/)	LOCALIDAD	POBLACION BENEFICIADA
1	AMAZONAS	17	28 932 926	114	24 457
2	ANCASH	21	31 548 178	114	32 182
3	APURIMAC	9	26 652 592	203	32 309
4	AREQUIPA	1	2 083 503	5	945
5	AYACUCHO	12	39 116 976	238	61 336
6	CAJAMARCA	10	61 926 681	344	61 144
7	CUSCO	23	44 802 610	469	41 956
8	HUANCAVELICA	41	24 131 253	354	29 028
9	HUANUCO	4	4 701 781	30	5 092
10	LA LIBERTAD	12	44 741 515	327	60 652
11	LAMBAYEQUE	13	11 894 835	62	16 265
12	LIMA	6	16 124 705	69	16 108
13	LORETO	10	15 758 683	66	16 467
14	MOQUEGUA	2	2 095 654	12	2 085
15	PIURA	22	92 396 426	693	112 068
16	PUNO	17	65 573 046	463	58 951
17	SAN MARTIN	16	27 350 098	180	35 812
18	TACNA	1	3 582 577	14	3 885
19	UCAYALI	5	9 733 810	35	25 689
	<b>AÑO 2011-2012</b>	<b>242</b>	<b>553 147 845</b>	<b>3 792</b>	<b>636 431</b>

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

En el periodo 2011 – 2012, se tienen 242 obras que se están electrificando en todo el Perú, siendo el Departamento de Huancavelica, el más beneficiario con 41 obras y una inversión 24 millones de nuevos soles, beneficiando a cerca de 30000 personas.

**Tabla 3 Plan Nacional de Electrificación Rural**

PLAN NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL					
RESUMEN 2013 - 2016					
Nº	PERIODO	Nº OBRAS	INVERSION TOTAL (S/)	LOCALIDAD	POBLACION BENEFICIADA
1	AÑO 2013	372	915 214 159	7 372	876 402
2	AÑO 2014	412	865 767 220	11 451	954 881
3	AÑO 2015	422	496 119 620	10 691	679 347
4	AÑO 2016	276	500 101 893	8 647	623 049
	<b>TOTAL 2013-2016</b>	<b>1482</b>	<b>2 777 202 892</b>	<b>38 161</b>	<b>3 133 679</b>

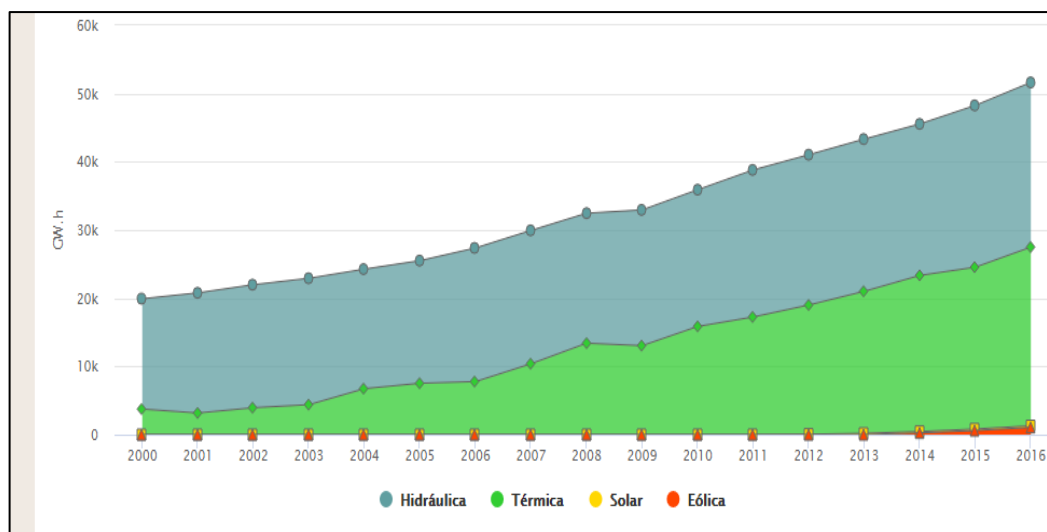
Fuente: Ministerio de Energía y Minas.



**Figura 6 Coeficiente de electrificación al año 2016**

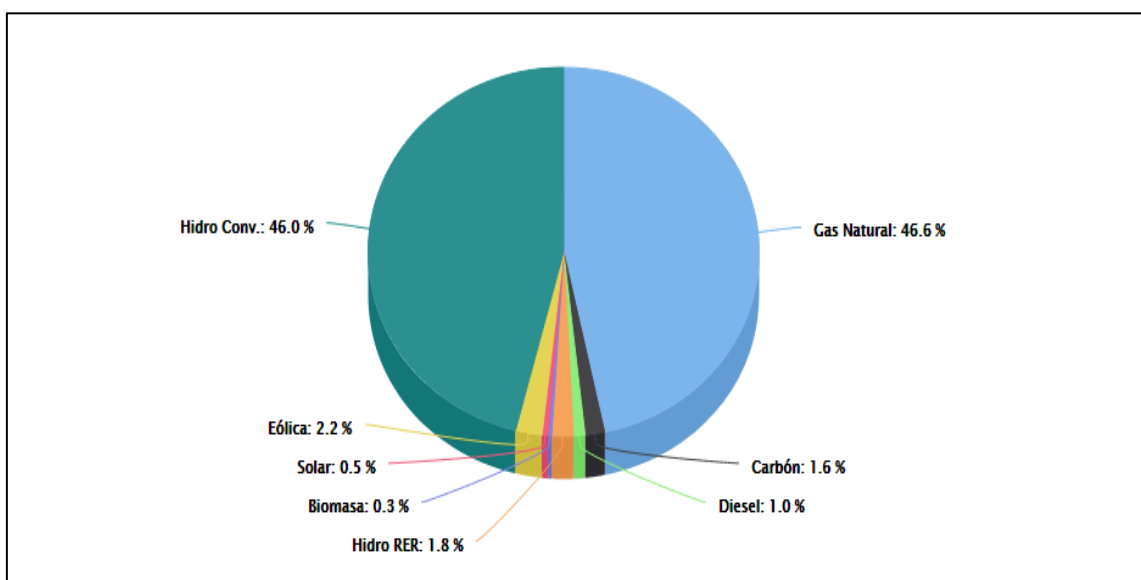
En el año 2016, 933 viviendas de cada mil, tienen acceso a la energía eléctrica a nivel nacional, es decir, aún faltan 67 viviendas electrificar de cada mil, ello se analiza en la presente tesis, en donde además se puede observar que la electrificación rural también se ha incrementado hasta llegar a un valor del 86%, por lo que faltan aún 14 viviendas de

Cada mil a ser electrificadas; en adelante el ritmo de consumo será muy lento, y llegará un momento que cubrir el 100% no será posible con la energía hidráulica ni térmica, sino como sistemas de generación eléctrica no convencional, como es la energía solar fotovoltaica.



**Figura 7 Evolución de la generación eléctrica por fuente de generación**

Desde el año 2000, en el Perú existe un crecimiento sostenido de la energía eléctrica, teniendo como fuente a la energía hidráulica y a la térmica, ésta última influenciado por el uso del gas natural de los yacimientos de camisea; hasta el 2012, éstos dos tipos de energía eran las que predominaban en la matriz energética Peruana; sin embargo a partir de ese año, empieza a utilizarse la energía eólica con fuerte incentivo del estado Peruano, y en porcentajes muy pequeños la energía solar, básicamente en áreas rurales del Perú.



**Figura 7 Producción por tipo de combustible, 2016**

Según el SEIN, en el 2016, la participación en el Perú con la energía solar, del total de producción por tipo de combustible, corresponde sólo el 0.5% total, es decir que tiene valores muy pequeños, que no modifican la matriz energética nacional, a pesar que el estado incentiva el uso de éstas energía, con bajos intereses, a largo plazo, etc. En la actualidad en el Perú, la generación de energía eléctrica, siendo liderada por la energía hidráulica convencional y el gas natural.

### **1.1.3 Realidad problemática local.**

En Setiembre del 2010, el GRL aprobó el PIP N° 157966 del Nuevo Centro Poblado La Algodonera donde se han reubicado 30 familias de comuneros asentados en el área destinada para el desarrollo del Proyecto irrigación Olmos. Inversión aprox. de 3.2 millones de soles. Construcción de 30 Módulos de Vivienda de material noble Construcción de Institución Educativa con mobiliario Construcción de Local Comunal con Energía Eléctrica y

Mobiliario Red principal de Agua Potable Red principal de Alcantarillado y Conexiones Domiciliarias (biodigestores) Construcción de Pozo Tubular Equipado Construcción de Caseta de Bombeo Dotación de agua para Bebederos de ganado de pobladores. (Agrolmos, 2016)



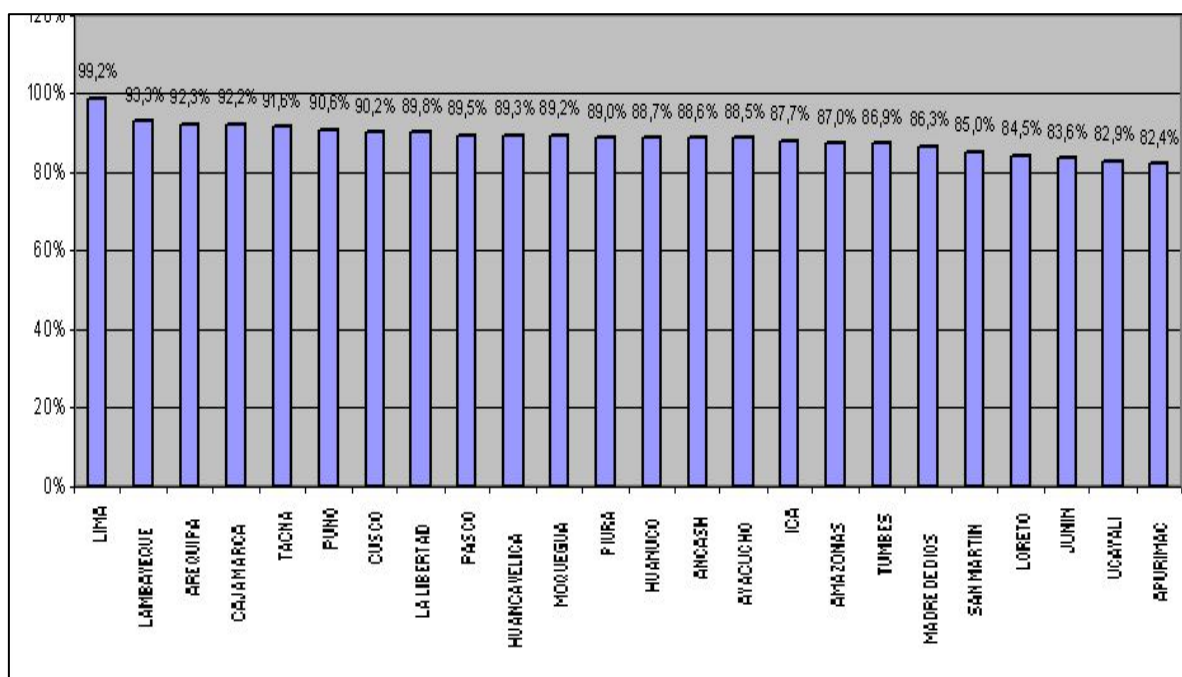
**Figura 8 Reubicación de caserío La Algodonera – Olmos**

En la tabla 4, se muestra los coeficientes de electricidad por cada departamento, en los años 2001 al 2007, en donde se puede apreciar que en dicho periodo el Perú electrificó a casi el 80 por ciento de la población total, existiendo departamentos con bajo coeficiente como es el caso de Cajamarca, y alto coeficiente como es el caso de las localidades ubicadas en la costa del Perú.

**Tabla 4 Coeficiente de Electrificación año 2001-2007**

COEFICIENTE DE ELECTRIFICACIÓN, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2001 - 2007							
Departamento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total Nacional	74.9	75.3	76	76.3	78.1	78.7	79.5
Amazonas	44.2	54	54.5	55	55.4	55.7	61.4
Áncash	61.8	61.8	64.1	63.3	75.5	79.3	79.7
Apurímac	59.9	63.3	63.7	66.1	66.2	66.8	69.2
Arequipa	94	94.5	94.5	95.3	95.8	96.4	96.6
Ayacucho	63.9	66.3	66.3	68.7	73	75.2	75.2
Cajamarca	29.9	33	35.6	35.3	38.7	38.2	39.4
Cusco	70	66.7	68.3	68.1	68.2	68.2	68.2
Huancavelica	41.7	57.1	66.4	66.9	66.9	68.1	70.5
Huánuco	35.6	36.9	36.9	38	40.9	44.3	47.3
Ica	83.3	83.3	88.6	88.2	88.2	88.3	88.9
Junín	84	84.3	84.3	84.4	86	86.5	86.8
La Libertad	73.4	73.4	73.4	74.3	77	77	77.3
Lambayeque	85.9	85.7	86.1	86.4	86.4	86.4	86.9
Lima	99.1	99	99	99.2	99.2	99.2	99.2
Loreto	48.3	48.3	48.3	48.5	48.6	48.9	49.5
Madre de Dios	62.4	62.4	62.4	62.4	62.4	63.5	63.5
Moquegua	85.8	85.8	86.7	86.8	86.8	86.9	86.9
Pasco	59.4	59.4	61.4	66.6	68.8	70.6	71.8
Piura	57.7	61.6	61.7	61.6	71.8	72.1	72.4
Puno	49.1	49	49	60.2	69.7	70.6	72
San Martín	49.7	50.2	50.2	50.2	50.5	51.3	52.3
Tacna	91	97.2	97.8	97.6	97.6	97.6	97.6
Tumbes	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	85.9	86
Ucayali	62.1	63	63	62.4	67.5	67.5	68.7

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.



**Figura 9 Proyección del coeficiente de electrificación en Lambayeque al 2020**

Para el año 2020, en la Región Lambayeque, el coeficiente de electrificación será del 93,3%, valor muy optimista, teniendo en cuenta que el ritmo de electrificación del sector rural, es lento, y que solo las energías renovables no convencionales como es la solar y eólica van a cubrir en parte las viviendas sin electrificar. En esta estadística se encuentra el caserío la algodónera, en el distrito de olmos.



## **1.2 Trabajos previos.**

Cañavera (2015), en su Tesis de Grado denominada “Obtención de Energía por Medio de Celdas Solares”, INSTITUTO CULTURAL COPÁN, México, realiza el estudio y menciona en el resumen que:

El aumento de la contaminación ambiental debido a la quema de combustibles fósiles y el aumento del precio del petróleo en los últimos años ha llevado a los países consumidores a buscar alternativas viables para obtener energía eléctrica a un menor costo, esto es con energías renovables. El uso de la energía lumínica proveniente del sol para este propósito parece ser una buena opción para obtener electricidad.

Para convertir la energía lumínica en energía eléctrica es necesario utilizar paneles solares con sistemas fotovoltaicos. Por la posición geográfica de México, la irradiación promedio en todo el país es suficiente para proveer de energía eléctrica a los hogares promedio mexicanos. Los resultados obtenidos tras la investigación documental realizada nos llevan a la conclusión de que la República Mexicana es un lugar viable para utilizar paneles solares para generar energía eléctrica.

Vásquez (2015), en su tesis de grado “Proyecto de Pre factibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima – Perú, concluye:

En la actualidad, el Perú cuenta con una matriz energética poco diversificada la cual tiene con mayor porcentaje el uso de energías no renovables como lo son el gas natural y la hidroeléctrica (mayor a 20 MW). Esto conlleva a que se creen nuevas políticas para promover e incentivar la diversificación de la matriz energética peruana con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética; de tal manera que se promuevan proyectos e inversiones para lograr y garantizar la seguridad energética del país.

Como parte del desarrollo energético en el mundo y el Perú, una de las energías en la cual se ha puesto un mayor énfasis para su desarrollo es la solar. Para encontrar la solución al problema identificado, se evaluaron distintas opciones basadas en el uso de energías

renovables, llegando a la conclusión de que la minera cuenta con las condiciones climatológicas necesarias para poder utilizar este tipo de energía solar.

Para determinar el consumo energético del campamento minero se realizó una auditoria energética, identificando la potencia de los componentes y las horas de uso. Esto nos permitió delimitar el alcance del proyecto y determinar el tipo de energía solar que se iba a implementar para cubrir la demanda del campamento. El mayor porcentaje de energía consumida se encuentra en el uso de las termas y calefactores, lo cual abarca el 82% del total de energía consumida.

Se realizó una evaluación de proveedores, para definir los componentes a utilizar en el proyecto, esto se realizó evaluando diferentes conceptos, como los precios, la calidad, el prestigio de la marca, el plazo de entrega.

CLEMENTE (2014), en su Tesis: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS, Universidad Nacional del Centro del Perú, entre sus conclusiones más relevantes se tiene:

En viviendas alto andinas de las localidades de Yanacancha y San José de Quera, la radiación solar es casi continúa permaneciendo unos 5.8 a 5.9 horas picos al día y en consecuencia la radiación es 5.902 kWh/día, cantidad suficiente para la generación de energía eléctrica.

El proceso de dimensionado de los componentes que se hizo en base a los requerimientos de iluminación, emitió la elección de: un panel fotovoltaico de 85 Wp, una batería de 60 Ah, un controlador de carga de 10 A y conductores eléctricos de calibre AWG 12 y 10

Con los componentes seleccionados, se instaló dos módulos; uno en Yanacancha y otro en San José de Quera, los mismos que se manipularon variando los factores; ángulo de elevación en 30 y 45°, el acimut en 90 y 355° y la posición del controlador de carga respecto al panel en 1m y 1.5 m.; todos ellos constituyeron ocho tratamientos que son combinaciones de elevación, acimut y posición (EAP).

CHERCCA (2014), para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias, denominado “Aprovechamiento del Recurso Eólico y Solar en la Generación de Energía Eléctrica y la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en el Poblado Rural la Gramita de Casma”, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Lima – Perú, resume en su tesis:

La presente Tesis de Maestría es una investigación aplicada cuya metodología parte de la evaluación de tecnologías independientes como son el uso de aerogeneradores y los paneles fotovoltaicos y la combinación adecuada de éstas dos tecnologías, para lo cual se ejecutaron labores de gabinete y de campo, que dan como resultado el diseño de un Aerogenerador de 2 kW con imanes permanentes de neodimio, el uso de 28 paneles Fotovoltaicos de 240Wp, acumuladores o baterías, Reguladores de carga e Inversor que conforman un Sistema Híbrido Eólico-fotovoltaico para suministrar energía eléctrica para los pobladores de la Caleta “La Gramita” de la Provincia de Casma, cuya demanda energética es de 49,25 kWh/día, lo que permitirá mejorar la calidad de vida y mitigar los impactos ambientales por las emisiones contaminantes por el uso de carbón, velas, mecheros y grupos electrógenos.

Esta alternativa propuesta tiende a ser la mejor alternativa que utiliza fuentes renovables de gran potencial en el lugar dado que ésta se encuentra en la playa “La Gramita” a la orilla del mar con viento y sol favorable durante todo el año, lo que se puede corroborar en el mapa eólico y solar donde contamos con una velocidad de viento de 5,3 m/s (a 10 m de altura) y una irradiancia de 5.75 KWh/m<sup>2</sup>

### **1.3 Teorías relacionadas al tema.**

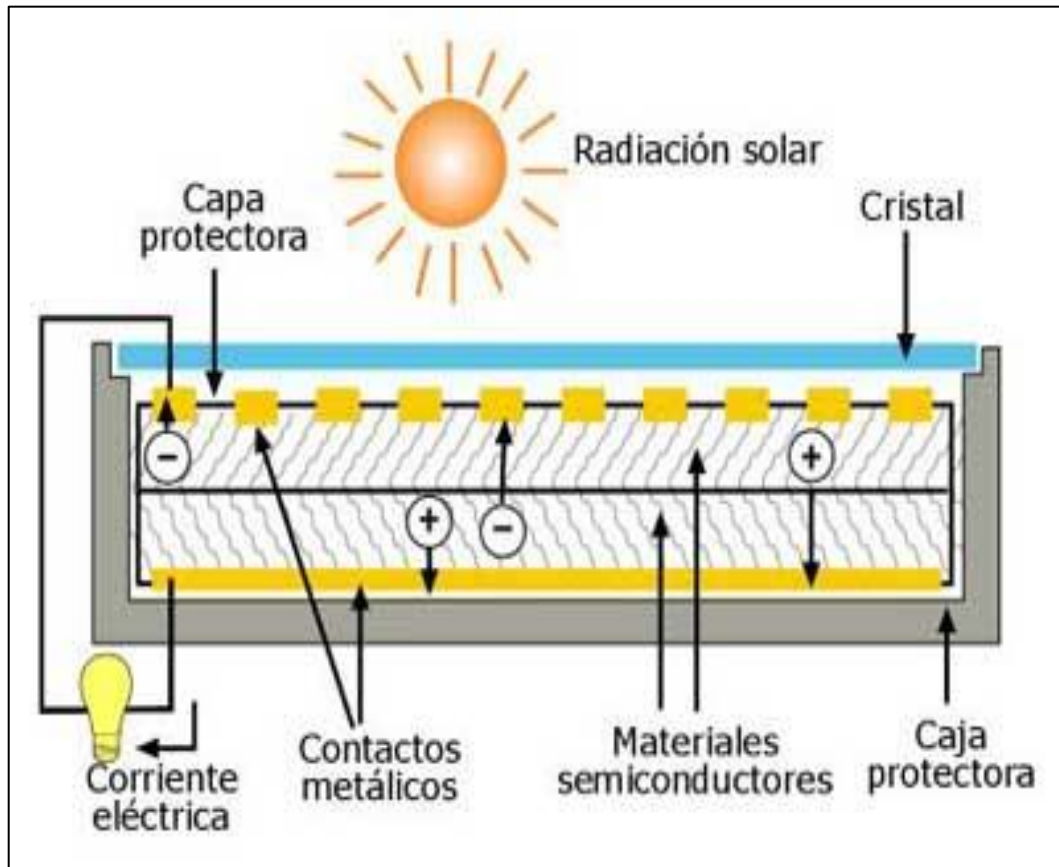
#### **Energía solar.**

“La fuente principal de la energía está en el sol, sea éste hidráulica, eólica, térmica o de otra índole, todo viene del sol” (Chávez, 2013).

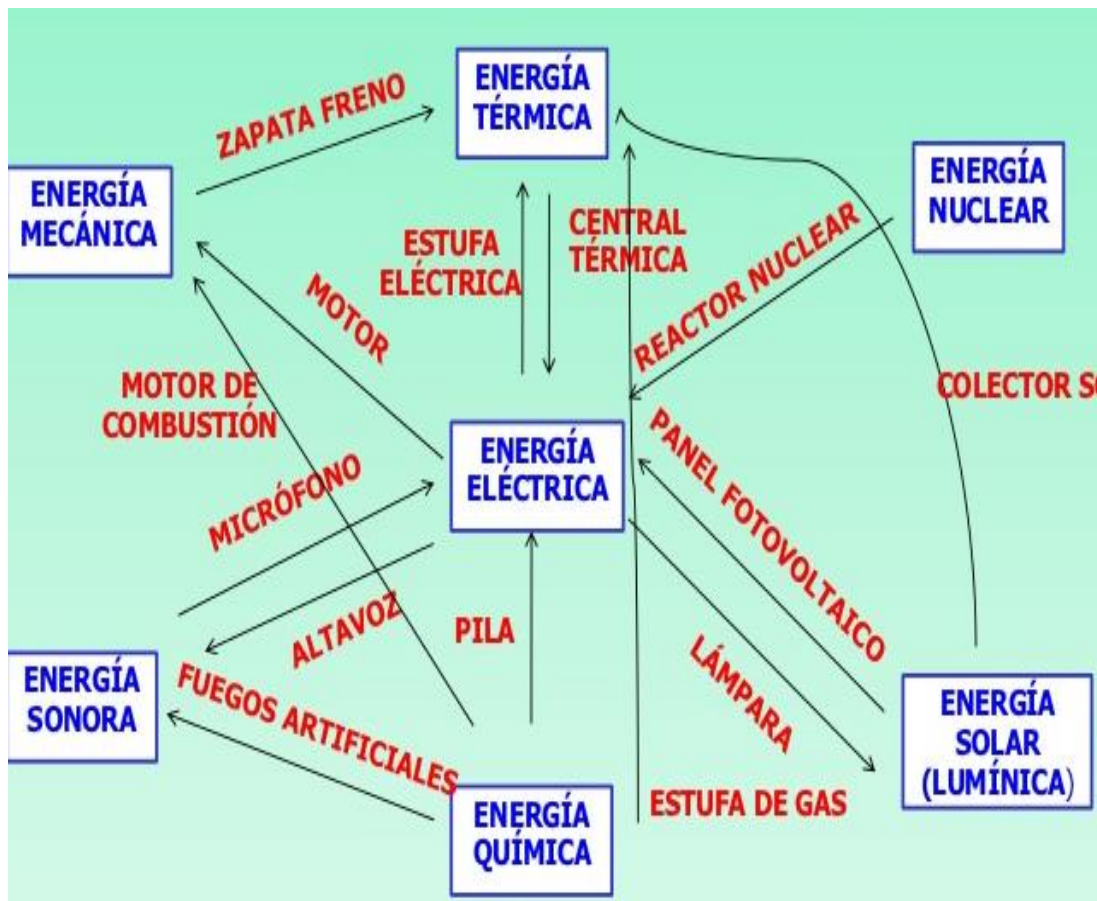
La radiación solar que incide en algún tipo de dispositivo, constituido de materiales semiconductores, capaz de generar una diferencia de tensión en sus terminales, se denomina célula fotovoltaica. (Chávez, 2013).

Un sistema fotovoltaico, es la integración de diversos componentes, que cumplen funciones específicas, a fin de que pueda suplir la demanda de energía eléctrica, en función a la carga a la que está sometida.

Las células Fotovoltaicas, que se ofrecen en los mercados actuales, utilizan dos tipos de materiales denominados semiconductores. El primero tiene una estructura policristalina. El tipo cristalino requiere elaborado proceso de manufactura, que insume enormes cantidad de energía eléctrica, incrementando sustancialmente el costo del material semiconductor. A versión poli cristalina se obtiene fundiendo el material semiconductor, el que es vertido en moldes rectangulares.



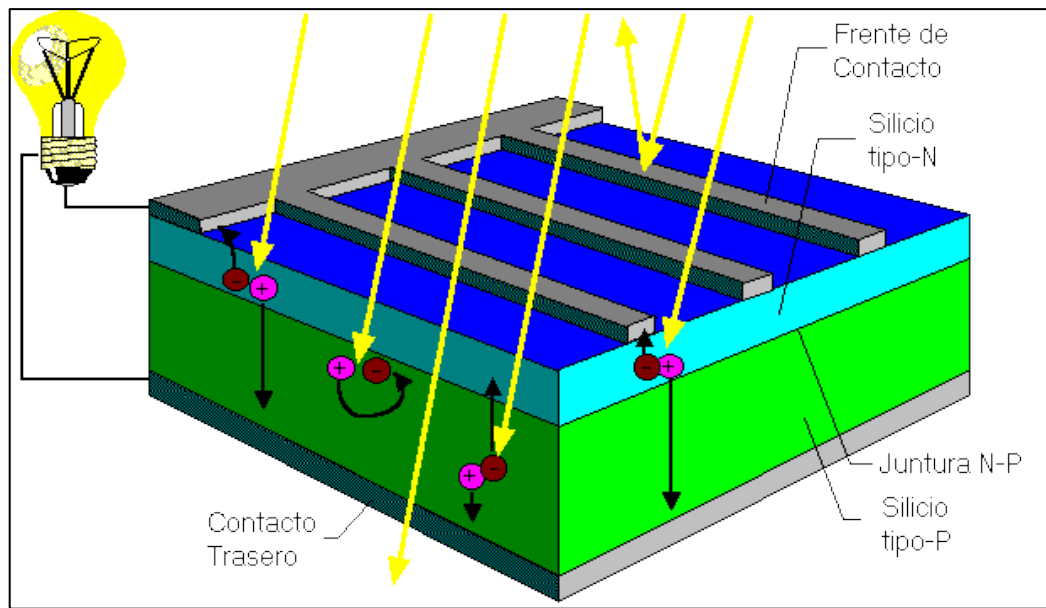
**Figura 10 Conversión energética en célula fotovoltaica**



**Figura 11 Transformaciones de la Energía.**

La palabra fotovoltaica se compone de dos términos: Foto = Luz, Voltaica = Electricidad. Es un dispositivo que convierte directamente la luz solar en electricidad.

Las celdas fotovoltaicas están hechas de materiales especiales llamados semiconductores tales como el silicio, que es el material más usado. Cuando la luz solar choca en la celda una cierta porción de ella es absorbida dentro del material semiconductor. Esto significa que la energía de la luz absorbida es transferida al semiconductor. La energía golpea los electrones libres permitiéndoles fluir libremente.



**Figura 12 Componentes de la célula fotovoltaica.**

Todas celdas fotovoltaicas tienen uno o más campos eléctricos que actúan para forzar a los electrones liberados por la acción de la luz para fluir en una cierta dirección. Este flujo de electrones es una corriente y poniendo los contactos de metal en la parte superior e inferior de la celda fotovoltaica podemos dibujar la corriente para usarla externamente. Esta corriente junto con el voltaje de celda, define la potencia que puede entregar la celda solar.

El silicio tiene algunas propiedades químicas especiales, sobre todo en su forma cristalina. Un átomo de silicio tiene 14 electrones dispuestos en tres capas diferentes. Las primeras dos capas, las más cercanas al centro están completamente llenas. La capa exterior sólo está semi llena, por cuanto tiene sólo cuatro electrones.

Un átomo de silicio siempre buscará llenar su última capa con 8 electrones. Para hacer esto compartirá cuatro electrones de su átomo vecino. Este proceso forma la estructura cristalina y esta estructura resulta ser importante para este tipo de celdas fotovoltaica. Este silicio puro no sirve como conductor, por eso se utiliza silicio con impurezas. Normalmente se utilizan estructuras de silicio con fósforo ya que este al tener 5 electrones, deja uno libre no atado a la estructura. Al aplicar energía, por ejemplo en forma de calor, este electrón es liberado de su posición más fácilmente que en una estructura de silicio puro. Este proceso de agregar impurezas al silicio, se denomina **Dopping**. Cuando al silicio se le hace dopping con fósforo resulta un silicio llamado tipo-N, porque prevalecen los electrones libres. El silicio tipo-N es mucho mejor conductor que el silicio puro.

Cuando al silicio se le hace doping con boro, el cual tiene 3 electrones en la última capa, se denomina silicio tipo-P. El silicio tipo-P, en lugar de tener electrones libres tiene huecos libres. Los huecos son ausencia de electrones, llevando así carga opuesta a la del electrón, es decir carga positiva. Estos se mueven igual como lo hacen los electrones.

Las celdas fotovoltaicas sin un campo eléctrico no funcionarían. Este campo eléctrico lo podemos formar al poner en contacto un silicio tipo-N y un silicio tipo-P. En la juntura se produce una barrera que hace difícil que los electrones del lado N crucen hacia el lado P, tenemos un campo eléctrico que separa los 2 lados. Este campo actúa como un diodo permitiendo con ayuda de la aplicación de energía externa los electrones fluyan desde el lado P al N.

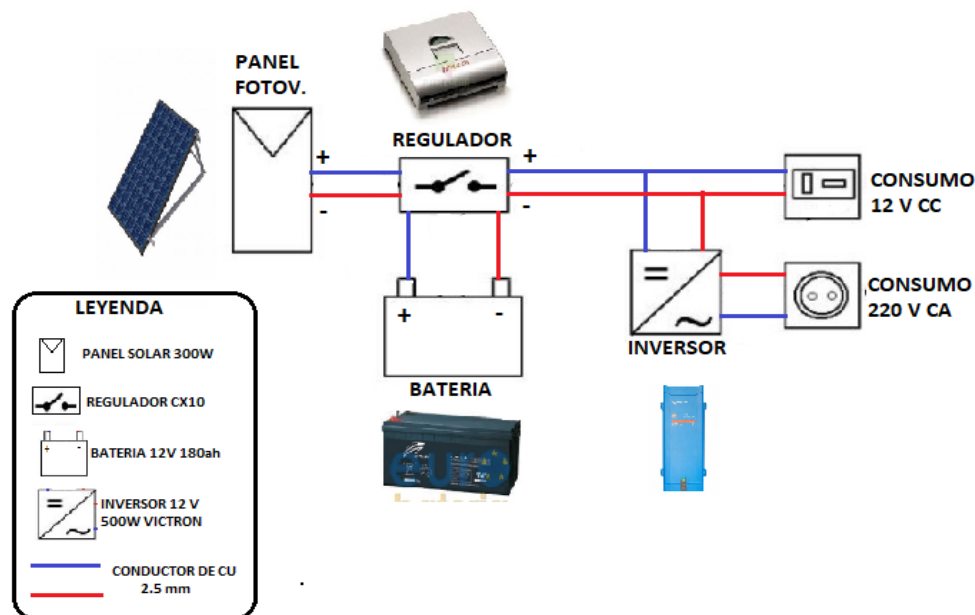
Cuando la luz en forma de fotón choca con nuestra celda, libera pares de electrón-hueco. Cada fotón liberará exactamente un electrón dejando un agujero libre. Si esto sucede lo bastante cerca del campo eléctrico, este hará que se envíe un electrón al lado N y un hueco al lado P. Esto provoca la ruptura de la neutralidad eléctrica. Si además se le proporciona un camino externo, los electrones fluirán hacia su lado original (Lado tipo-P) para unirse con los agujeros.

Los electrones que fluyen constituyen la corriente y el campo eléctrico de la celda constituye el voltaje. Con la corriente y voltaje tenemos la potencia de la celda.

### **Sistema fotovoltaico para uso Domiciliario.**

El sistema está conformado por un panel solar, que es el que convierte la energía solar en energía eléctrica de corriente continua, el cual es transportada mediante un regulador de carga hacia la batería de almacenamiento, para luego es utilizada de acuerdo a la solicitudes de los usuarios. La energía eléctrica de corriente continua que se almacena en la baterías, es transformada a corriente alterna en los denominados inversores, quién además eleva la tensión, que normalmente es 220 voltios.

## ESQUEMA DE SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTONOMO



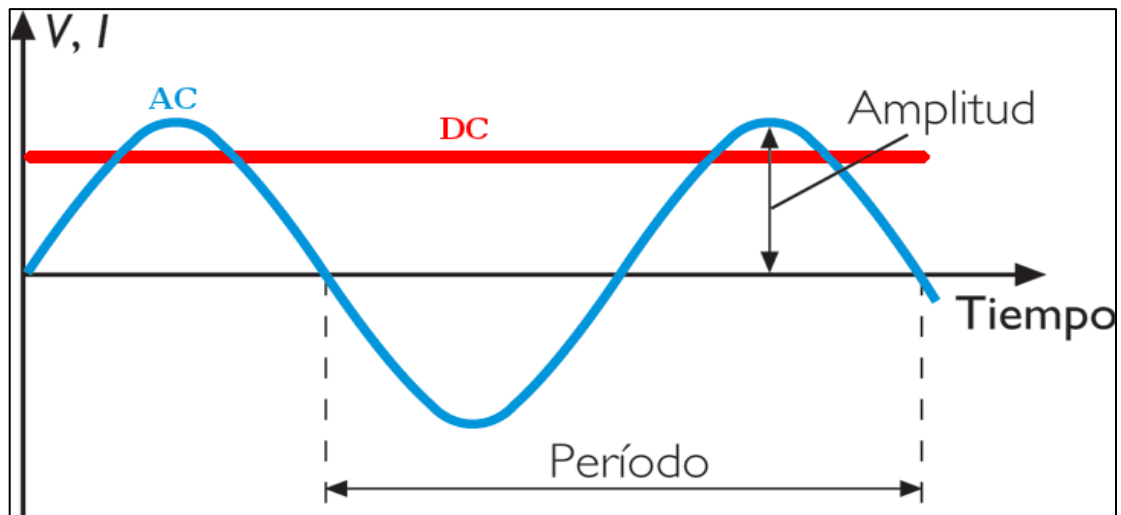
**Figura 13 Sistema Fotovoltaico de uso domiciliario**

### **Corriente Alterna.**

La corriente alterna, así denominada a aquella que se utiliza en el sector industrial y domiciliario, está representada por una señal de onda sinodal, en la cual se puede identificar el periodo y la amplitud, en un diagrama tensión –tiempo, o Intensidad de corriente – tiempo; dicha onda se repite cada cierto tiempo, a la que se le denomina frecuencia eléctrica, que para nuestro caso es del 60 Hertz.

La onda tiene un valor eficaz que igual a 0.7071 del valor de la amplitud, ese valor es el que en realidad se utiliza para cálculos de mediciones eléctricas.

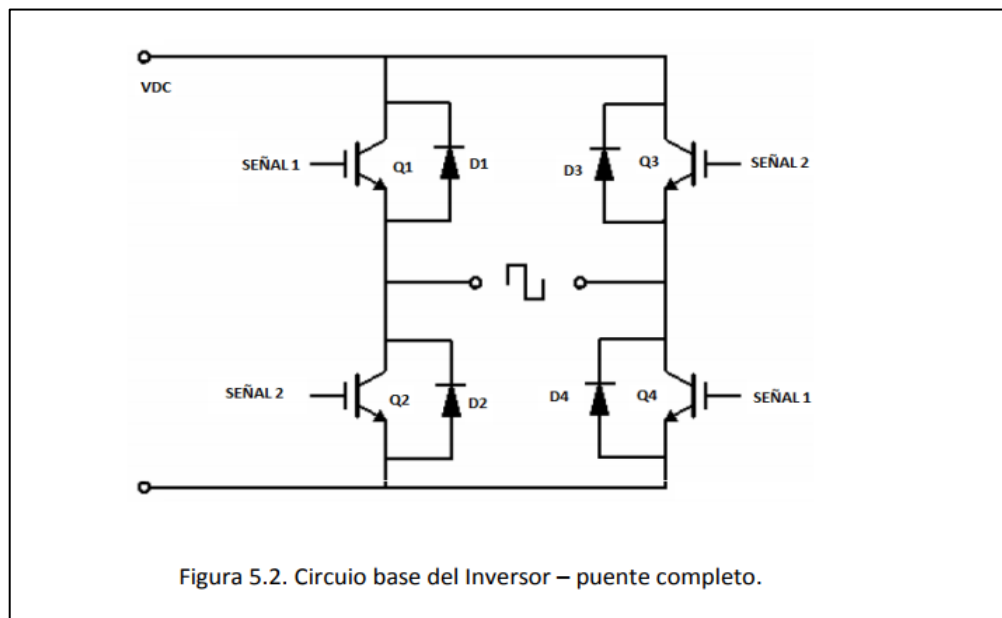




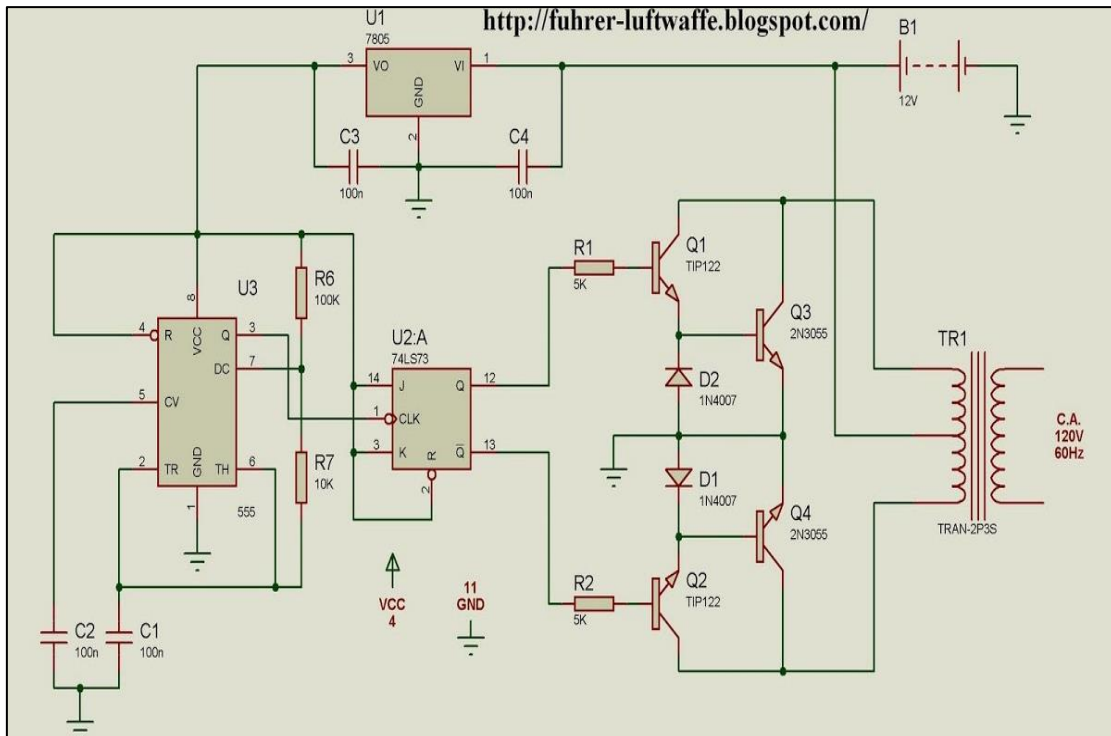
**Figura 14 Onda de corriente alterna**

### **Inversor de señal alterna en continua.**

En el bloque de potencia el sistema debe ser capaz de generar una onda alterna a partir de un voltaje continuo suministrado por la fuente de DC. Esto lo podemos lograr gracias a la implementación de cuatro transistores con su respectiva protección con diodos conectados en paralelo con cada transistor.



**Figura 15 Circuito base inversor – Puente completo**



**Figura 16 Circuito inversor**

### La Batería

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es la de acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo.

Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el dispositivo fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

### Interacción entre módulos fotovoltaicos y baterías

Normalmente el banco de baterías y los módulos fotovoltaicos trabajan conjuntamente para alimentar las cargas. La siguiente figura muestra cómo se distribuye la entrega de energía a la carga a lo largo del día. Durante la noche toda la energía demandada por la carga la provee el banco de baterías.

En horas tempranas de la mañana los módulos comienzan a generar, pero si la corriente que entregan es menor que la que la carga exige, la batería deberá contribuir en el aporte. A partir de una determinada hora de la mañana la energía generada por los módulos fotovoltaicos superada la energía promedio demandada.

## **Tipos de Baterías**

La principal función de las baterías para paneles solares radica en almacenar energía solar durante las horas con luz para ser utilizada durante la noche o por periodos prolongados de poca iluminación o mal clima. Saber cuál es la batería indicada para nuestro sistema de generación fotovoltaico consiste principalmente en aquella que se adapte mejor a nuestras necesidades.

Independientemente a sus funciones de almacenamiento de energía, las baterías para paneles solares también tienen la capacidad de proveer una mayor intensidad de corriente a la que se genera por el sistema fotovoltaico en las horas de día.

### **De plomo ácido abiertas o de mínimo mantenimiento:**

La ventaja de este tipo de baterías radica en que pueden ser rellenadas con agua destilada. Como desventaja, se encuentra que requerirá de citas de servicio para un mínimo mantenimiento.

### **De plomo ácido selladas o libres de mantenimiento:**

Que no requiera el mínimo mantenimiento es la principal ventaja de las baterías de este tipo; sin embargo, esta característica provoca su desventaja pues al no necesitar mantenimiento acorta su vida funcional frente a las baterías que sí necesitan mantenimiento.

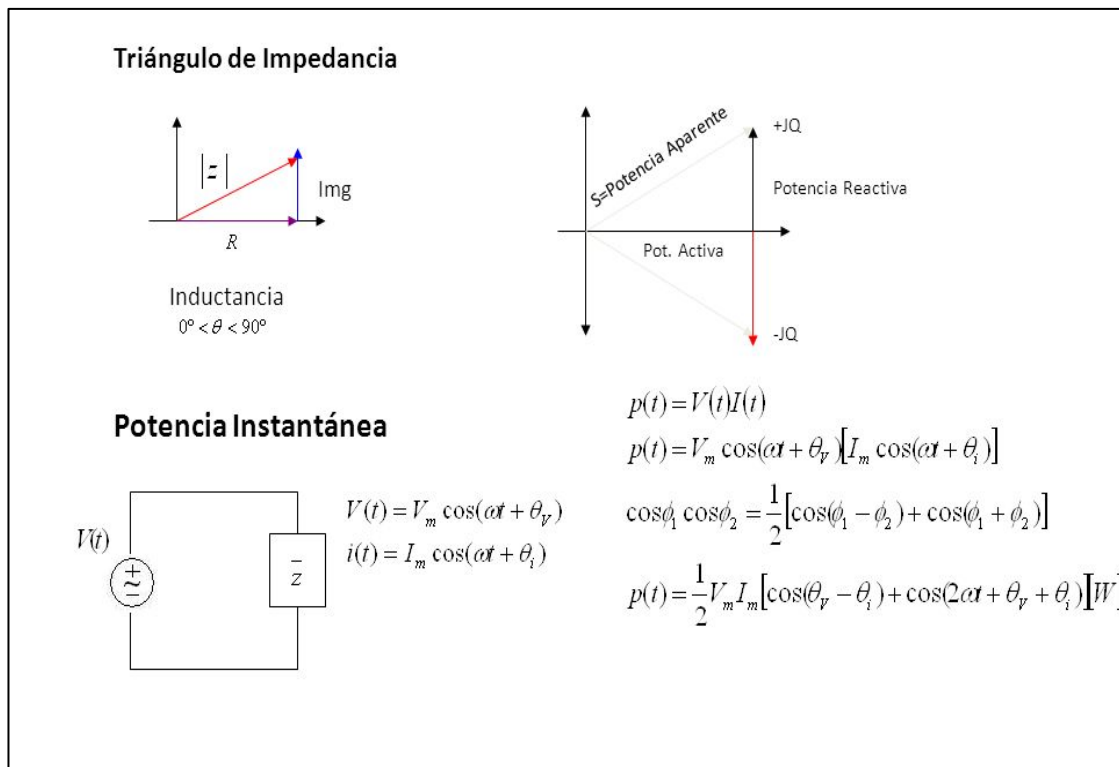
### **De gel selladas o libre mantenimiento:**

Este tipo de baterías no requieren mantenimiento y cuentan con una protección contra la salida de ácido. Su desventaja principal es que no soportan una corriente mayor de lo que se especifica.

### **AGM selladas libre de mantenimiento:**

Sin duda este tipo de baterías es de las que cuentan con más ventajas: no necesitan mantenimiento y están construidas con material de fibra de vidrio absorbido. También se protegen contra salidas de ácido y catalizan hasta el 95% del hidrógeno y el oxígeno gasificado otra vez en agua, características por las tienen una vida más larga. Su funcionalidad es su mayor desventaja, pues son baterías con precios elevados debido a su gran calidad.

## Ecuaciones fundamentales de los circuitos eléctricos.



Figuran 17 Ecuaciones fundamentales de los circuitos eléctricos.

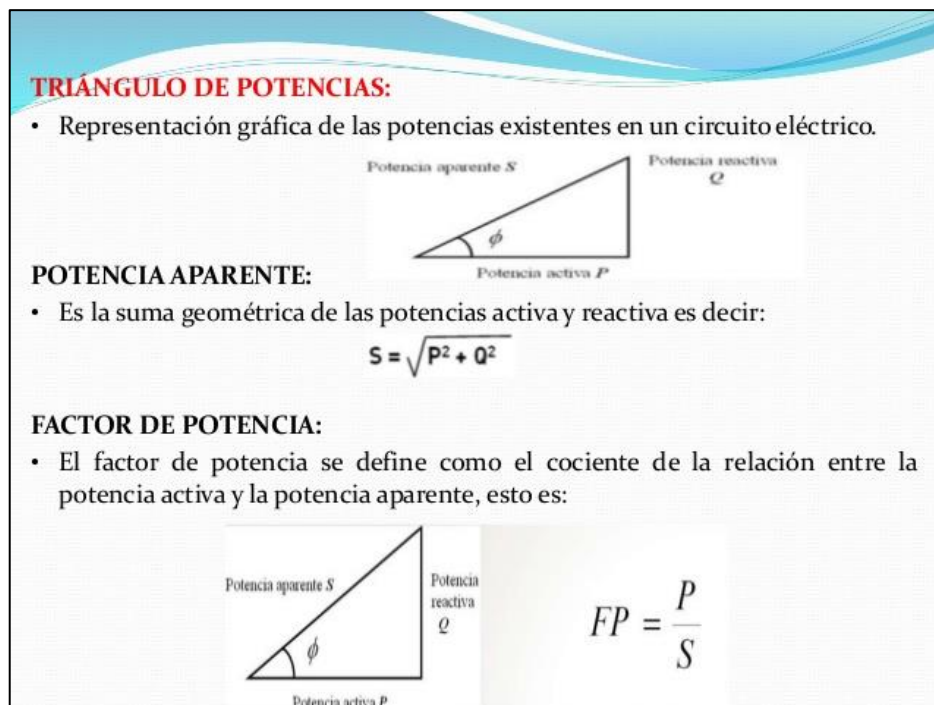


Figura 18 Triángulos de potencia.

#### **1.4 Formulación del problema.**

¿Cómo Realizar la Evaluación Técnica y Económica para la Generación de Energía Fotovoltaica en el Centro Poblado la Algodonera?

#### **1.5 Justificación del estudio.**

##### **Justificación Técnica.**

La investigación se justifica técnicamente, debido a la existencia de mecanismos capaces de transformar la energía solar en energía eléctrica en los paneles solares, considerando que se cuenta además con el recurso energético que está dada por los índices de radiación solar en el caserío la Algodonera, en Olmos.

Así mismo, se justifica porque las cargas eléctricas que cuentan los usuarios que serán beneficiarios, son de baja potencia, los cuales satisfacen solo necesidades energéticas básicas, como son alumbrado y equipos electrodomésticos.

Dado que los sistemas fotovoltaicos autónomos representan una tecnología de gran utilidad práctica para la electrificación de lugares aislados de las redes eléctricas convencionales, aprovechando las ventajas de la libre disposición de la fuente de energía y de la autonomía de las instalaciones los autores de este proyecto creemos muy viable el desarrollo de este tipo de tecnología.

##### **Justificación Económica.**

Económicamente el proyecto se justifica, porque la interconexión eléctrica del caserío la Algodonera está a una distancia de 18Km, lo que hace elevado la instalación de una línea de Media Tensión, además que las cargas eléctricas a accionar son de baja potencia. Así mismo se justifica económicamente el proyecto con paneles fotovoltaicos, porque es posible el subsidio de parte del Ministerio de Energía y Minas de los costos de instalación de dichos mecanismos.

##### **Justificación Ambiental.**

La generación eléctrica con paneles fotovoltaicos, no contamina al ambiente, si es comparada con la generación térmica convencional, por lo tanto ambientalmente se justifica. El impacto que genera al entorno no es significativo para la fauna y flora del lugar.

### **Justificación Social.**

Socialmente se justifica porque se generará energía eléctrica para cubrir la brecha del coeficiente de electrificación de Lambayeque, con acceso a la energía de la población que podrá satisfacer sus necesidades energéticas básicas.

### **1.6 Hipótesis.**

La Evaluación Técnico Económico, permite determinar la viabilidad de generar energía fotovoltaica, en el centro poblado la Algodonera

### **1.7 Objetivos.**

#### **Objetivo General.**

Diseñar Un Sistema Fotovoltaico, Para La Generación De Energía Eléctrica En El Centro Poblado La Algodonera, Olmos – Lambayeque

#### **Objetivos Específicos.**

- Determinar proyección de la demanda eléctrica.
- Realizar un estudio de los niveles de radiación solar en el centro poblado
- Elaborar el cálculo y selección de los elementos del sistema fotovoltaico.
- Realizar la evaluación económica utilizando los indicadores TIR y VAN.

## **II MÉTODO.**

### **2.1 Diseño de investigación:**

El tipo de investigación es aplicada, porque se emplean las teorías establecidas en el entendimiento de situaciones problemáticas, para el correcto funcionamiento del mismo, planteamiento de soluciones en problemas específicos, también es de tipo descriptivo ésta investigación, porque se describirán los distintos elementos de la situación del problema.

### **2.2 Variables, operacionalización.**

Las variables se clasifican en:

#### **Variable Independiente.**

EVALUACION TECNICO ECONÓMICO

#### **Variable Dependiente.**

GENERACIÓN DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN CENTRO POBLADO LA ALGODONERA.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTOS	Escala de Medición
<b>Variable Independiente</b> EVALUACION TECNICO ECONOMICO	La evaluación del proyecto es un proceso que consiste en cuantificar y cualificar técnica y económicamente todos los parámetros involucrados en el desarrollo dentro del tiempo de vida útil del proyecto y el impacto que éste incide sobre la población beneficiaria.	Es el conjunto de acciones que conllevan a determinar la viabilidad de ejecutar el proyecto, desde el punto de vista técnico y económico. Técnicamente será viable si el sistema cumplirá con la potencia de la demanda y será viable económicamente si el muestra valores de los indicadores económicos rentables.	Evaluación Técnica.  Evaluación Económica.	Máxima demanda.  Costo de la energía.  Rentabilidad económica.	.Guía de Observación	Kilowatt.  Porcentaje.  Nuevos Soles / Kilowatt – Hora.  Nuevos Soles.
<b>Variable dependiente</b> GENERACIÓN DE ENERGIA FOTOVOLTAICA EN CENTRO POBLADO LA ALGODONERA	La generación de energía eléctrica a partir de la energía solar, es un proceso de transformación de la energía, la radiación solar que incide sobre elementos semiconductores, produce una diferencia de potencial en sus terminales, y mediante conexiones en un determinado circuito, se genera electricidad.	La energía eléctrica tiene como variables la potencia eléctrica y el tiempo de accionamiento, magnitudes que pueden modificarse, debido a que el sistema no entrega energía directamente al consumidor, sino que es almacenada para utilizarse en el momento que se requiera, de acuerdo al diagrama de carga del usuario.	Energía Solar  Energía Eléctrica.	Radiación Solar.  Potencia Eléctrica.  Tiempo	Guía de Observación	Kilowatt – Hora /m2.  Kilowatt.  Horas.



### **2.3 Población y muestra.**

La Población objeto de estudio lo constituyen las 30 viviendas a electrificar.

La muestra es igual a la población.

### **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

#### **2.4.1 Técnicas.**

##### **a) Observación:**

Esta técnica se utiliza para poder conocer el funcionamiento de los procesos de generación eléctrica, de una manera física, comprender la ubicación de los componentes, también nos ayudara analizar en las condiciones en las que se encontró y de esta manera poder facilitar la toma de decisiones.

##### **b) Revisión Documental:**

Esta técnica me permite obtener información necesaria sobre al tema de investigación, como fuentes, libros, publicaciones, revistas, tesis de licenciatura, informes.

#### **2.4.2 Instrumentos para la recolección de datos.**

Para este proyecto de investigación se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Guía de observación:** Esto permite corroborar en la realidad en cuanto a las necesidades energéticas de las viviendas del centro poblado La Algodonera.
- **Guía de análisis de documentos:** Se han revisado en las fuentes las fichas técnicas y características de los sistemas de conversión de energía solar en energía eléctrica y los dispositivos complementarios.

#### **2.4.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos.**

Los datos cuantitativos fueron procesados y analizados por medios electrónicos, clasificados y sistematizados de acuerdo a las unidades de análisis correspondientes respecto a sus variables. Para el procesamiento y el análisis de la información se utilizó la estadística descriptiva, a través de la tabulación de datos que nos permita organizar la información entre los cuales tenemos: Tablas y gráficos estadísticos con sus respectivas descripciones e interpretaciones de los resultados

## **2.5 Métodos de análisis de datos.**

- **Enfoque Cualitativo**

Se realizarán entrevistas, guía de recolección de datos, se examinarán minuciosamente, permitiendo obtener datos importantes sobre lo referente a las características energéticas de la cascarilla de arroz, y así plantear adecuadamente el diseño.

## **2.6 Aspectos éticos.**

Durante la investigación se tuvo en cuenta los principios éticos:

- La Información confiable y objetiva respecto de los usuarios y comunidad estudiantil por lo cual tienen interés en los resultados a los que se arriben en la presente investigación.
- En la que involucró consideraciones del presente estudio que no altera la información que recopiló y de la misma manera, los datos obtenidos de dicha relación investigador-personas entrevistados serían totalmente confidenciales.

### III RESULTADOS.

#### 3.1. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

La población del caserío la Algodonera del Distrito de Olmos, basa sus actividades económicas en la Agricultura y en la Ganadería, en función a ello, se ha elaborado un diagrama de carga diario en donde se analiza los consumos de energía a lo largo de las 24 horas del día.

En la tabla 5, se muestra las cargas eléctricas que disponen cada vivienda, las cuales cubren en cierta parte la iluminación, uso de equipos de comunicación y algunas pequeñas cargas especiales.

**Tabla 5 Ritmo de uso de los consumidores eléctricos**

Nº	Carga Eléctrica	Cantidad	Potencia Instalada (Watt)	Horario Normalmente de uso	Horas Promedio de uso	Energía (Watt-H)
1	Luminaria para dormitorio	2	11	18.30-22.30	2	44
2	Luminaria de sala comedor	1	11	18.30-21.30	3	33
3	Luminaria Baño	1	11	18.30-23.00	0.5	5.5
4	TV	1	60	14.00 - 23.00	3	180
5	Radio	1	25	08.00 - 18.00	8	200
6	Cargador de celular	2	4	06.00 - 23.00	1	8
7	Licuada de alimentos	1	200	12.00 - 14.00	0.2	40
Total			337			510.5

Fuente: Elaboración propia

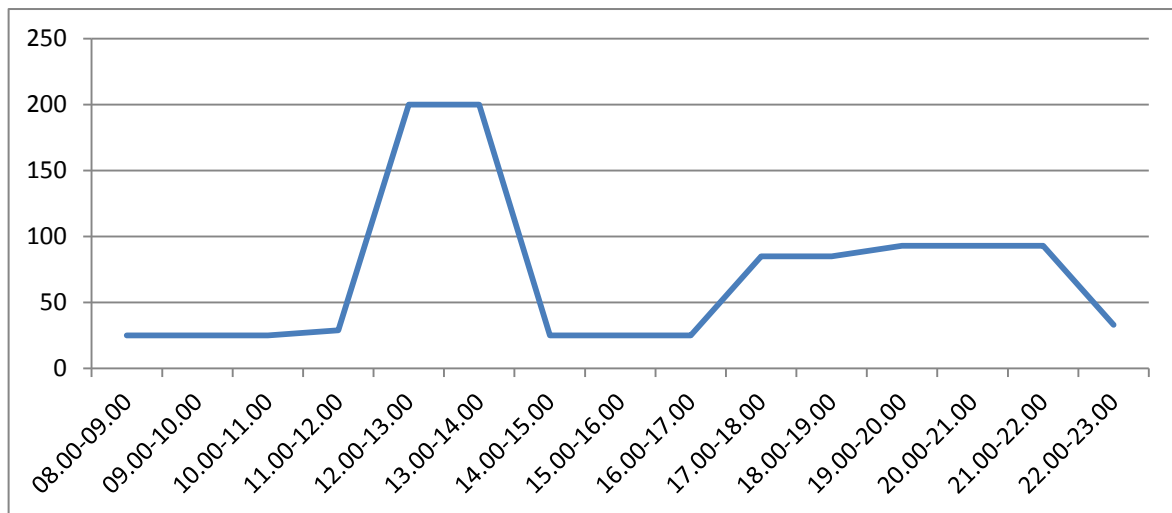
En la tabla 5, se puede apreciar las cargas eléctricas típicas en cada vivienda del caserío la Algodonera, la potencia de cada una de ellas, el horario probable de utilización, las horas promedio de uso, y finalmente la energía consumida total durante un día. Estableciendo que los horarios de utilización son los que normalmente se utilizan, solamente en el caso de la licuadora de alimentos, se requiere que ésta funciones entre las horas designadas.

Para la elaboración del diagrama de carga, se establece cuatro grupos de horarios, el primer grupo de 8.00 a 12.00, el segundo de 12.00 a 18.00, el tercer grupo de 18.00 a 20.00, y el cuarto grupo de 20.00 a 23.00 horas, para efectos de graficar el uso de la energía a lo largo de las 24 horas del día.

**Tabla 6 Ritmo de utilización de la energía**

<b>Rango de Horas</b>	<b>Carga Eléctrica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia Instalada (Watt)</b>	<b>Horas de uso</b>	<b>Energía (Watt-H)</b>
<b>08.00 - 12.00</b>	Radio	1	25	4	100
	Cargador de celular	2	4	0.5	4
<b>12.00 - 18.00</b>	Radio	1	25	4	100
	Cargador de celular	2	4	0.5	4
	Licuada de alimentos	1	200	0.2	40
	TV	1	60	1	60
<b>18.00 - 20.00</b>	Luminaria para dormitorio	2	11	1	22
	Luminaria de sala comedor	1	11	1	11
	Luminaria Baño	1	11	0.25	2.75
	tv	1	60	1	60
<b>20.00 - 23.00</b>	Luminaria para dormitorio	2	11	1	22
	Luminaria de sala comedor	1	11	2	22
	Luminaria Baño	1	11	0.25	2.75
	TV	1	60	1	60
<b>Total</b>			<b>337</b>		<b>510.5</b>

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19 Diagrama de carga de la vivienda a electrificar con energía solar**

### **Interpretación.**

En el diagrama de carga, se observa que la máxima demanda ocurre entre las 12 y las 14 horas, debido a que es en donde se utiliza la licuadora de alimentos de 200 watt, en el cual su uso debe limitarse a ese horario y no en otros horarios, debido a que si se realizase a las 19 o 20 horas elevaría la máxima demanda y haría que el sistema no responda como se requiere. Entre las 19 y 22 horas se tiene el mayor consumo de energía por el uso de las luminarias dentro de la vivienda y el uso del televisor.

### **Cálculo del factor de carga.**

El factor de carga que mide la eficiencia de la utilización de la energía durante un periodo determinado se expresa:

Ecuación 1:

$$Fc = \frac{Ec}{MD * H}$$

Dónde:

Ec: Energía real que requiere el sistema

Fc: Factor de carga.

MD: Máxima demanda.

H: Horas de utilización.

Reemplazando valores.  $Fc = \frac{510.5}{337 * 15} = 0.10$

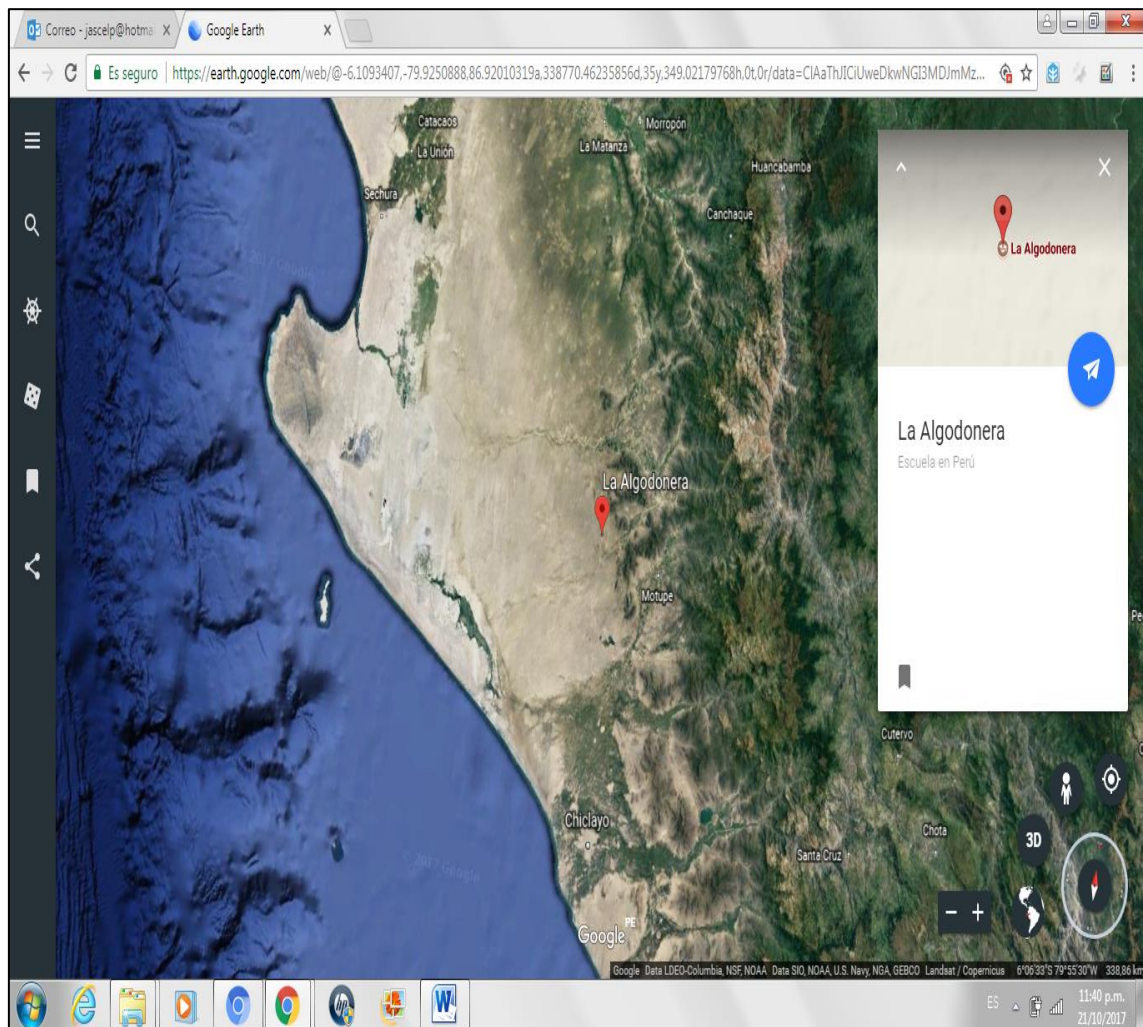
### 3.2. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE RADIACIÓN SOLAR.

#### 3.2.1. Ubicación Geográfica.

El caserío la Algodonera, se ubica tiene la siguiente ubicación:

Latitud: 6°06'28" Sur

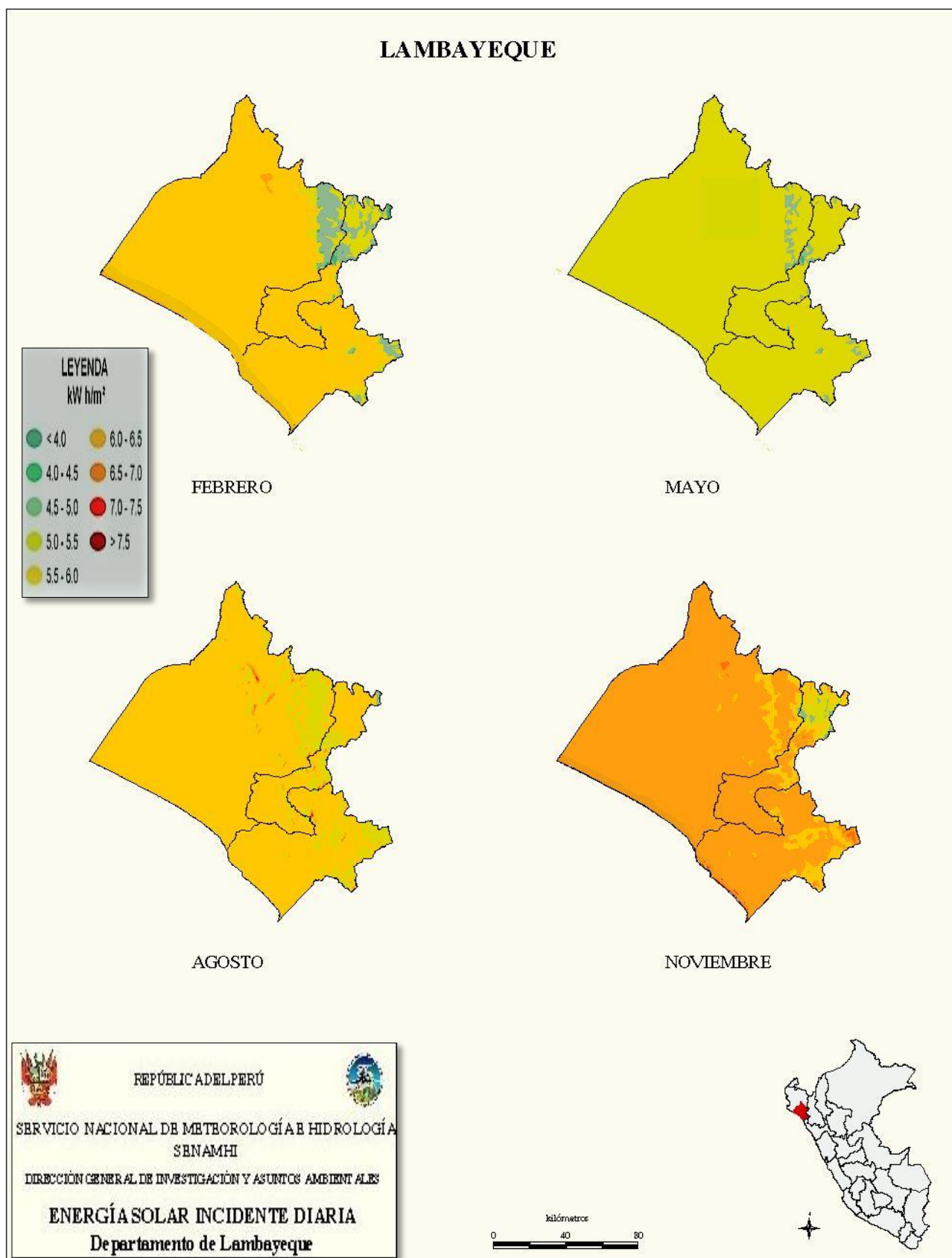
Longitud: 79°55'38" Oeste



**Figura 20 Ubicación del caserío la Algodonera**

#### 3.2.2. Niveles de Radiación.

El ministerio de Energía elaboró el atlas de la energía solar, y determinó que la región Lambayeque, en los meses de Febrero, Mayo, Agosto y Noviembre los valores de radiación solar son mayores durante el año, con valores superiores a los 5.5 Kw-h/m2 d, tal como se muestra en la figura 22.



**Figura 21 Mapa solar del Departamento de Lambayeque**

La NASA, que es la agencia aeroespacial de los Estados Unidos, registra datos como Temperatura del aire, humedad relativa, precipitación, radiación solar, presión atmosférica, velocidad del viento, temperatura del suelo, entre otros. Para la determinación de los datos de las condiciones atmosféricas en la localidad en estudio, se toma los datos de la estación meteorológica más cercana, y es la que está ubicado a 12 Km, que es la estación meteorológica de Morrope, tal como se muestra en la figura 23. Para lo cual se utiliza un software interactivo denomina RET Scream Expert.

RETScreen - Base de datos climatológicos

Mapa

País

Perú

Buscar

Provin./Estado

Ubicación de datos meteorológicos

Ver mapa

Mórrope

Datos

Latitud

°N

-6.5

Longitud

°E

-80.0

Fuente

Zona climática

2B

Caliente - Secar

NASA

Elevación

m

27.7

NASA

Temperatura de diseño de la calefacción

°C

16.4

NASA

Temperatura de diseño del aire acondicionado

°C

28.4

NASA

Amplitud de la temperatura del suelo

°C

10.8


NASA

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Precipitación	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Días-grado de calentamiento 18 °C	Días-grado de enfriamiento 10 °C
	°C	%		mm	kWh/m²/d	kPa	m/s	°C	°C-d
Enero	23.7	66.2%	26.42	6.62	97.3	2.8	28.0	0	425
Febrero	24.7	67.1%	49.62	6.59	97.2	2.8	28.1	0	412
Marzo	24.9	66.6%	57.56	6.66	97.2	2.7	28.4	0	462
Abril	24.5	63.3%	20.41	6.42	97.2	3.0	28.1	0	435
Mayo	23.8	58.8%	12.46	5.40	97.3	3.3	27.0	0	428
Junio	23.1	55.3%	10.66	4.21	97.4	4.0	25.7	0	393
Julio	22.6	52.3%	8.39	4.01	97.4	4.0	25.3	0	391
Agosto	22.2	52.3%	5.33	4.34	97.4	3.7	25.6	0	378
Setiembre	22.0	55.4%	6.18	4.99	97.4	3.6	26.2	0	360
Octubre	21.5	59.4%	11.04	5.54	97.4	3.2	26.6	0	357
Noviembre	21.5	62.4%	8.50	5.96	97.4	3.0	26.6	0	345
Anual	23.1	60.3%	232.16	5.58	97.3	3.2	26.9	0	4,775
Fuente	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA
Medido a				m	10	0			

Figura 22 Reporte del tiempo, en estación meteorológica de Morrope.



**Tabla 7 Bases de datos climatológicos**

BASE DE DATOS CLIMATOLOGICOS MORROPE									
País	Perú								
Ubicación de datos meteorológicos	Morrope								
Latitud	°N		-6.5					Fuente NASA NASA NASA NASA NASA	
Longitud	°E		-80.0						
Zona climática	2B		Caliente- Secar						
Elevación	m		27.7						
Temperatura de diseño de la calefacción	°c		16.4						
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°c		28.4						
Amplitud dela temperatura del suelo	°c		10.8						
	Temperat ura del mes aire	Humed ad relativa	Precipitac ión	Radiaci ón solar diaria - horizon tal	Presión atmosfér ica	Velocid ad del viento	Temperat ura del suelo	Días- grado de calentamie nto 18 °c	Días - grado de enfriamie nto 10 °c
	°c	%	mm	kWh/m 2/d	kPa	m/s	°c	°c -d	°c -d
Enero	23.7	66.2%	26.42	6.62	97.3	2.8	28.0	0	425
Febrero	24.7	67.1%	49.62	6.59	97.2	2.8	28.1	0	412
Marzo	24.9	66.6%	57.56	6.66	97.2	2.7	28.4	0	462
Abril	24.5	63.3%	20.41	6.42	97.2	3.0	28.1	0	435
Mayo	23.8	58.8%	12.46	5.40	97.3	3.3	27.0	0	428
Junio	23.1	55.3%	10.66	4.21	97.4	4.0	25.7	0	393
Julio	22.6	52.3%	8.39	4.01	97.4	4.0	25.3	0	391
Agosto	22.2	52.3%	5.33	4.34	97.4	3.7	25.6	0	378
Setiembre	22.0	55.4%	6.18	4.99	97.4	3.6	26.2	0	360
Octubre	21.5	59.4%	11.04	5.54	97.4	3.2	26.6	0	357
Noviembre	21.5	62.4%	8.50	5.96	97.4	3	26.6	0	345
Anual	23.1	60.3%	232.16	5.58	97.3	3.2	26.9	0	4775
Fuente	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA
Medido a					m	10	0		

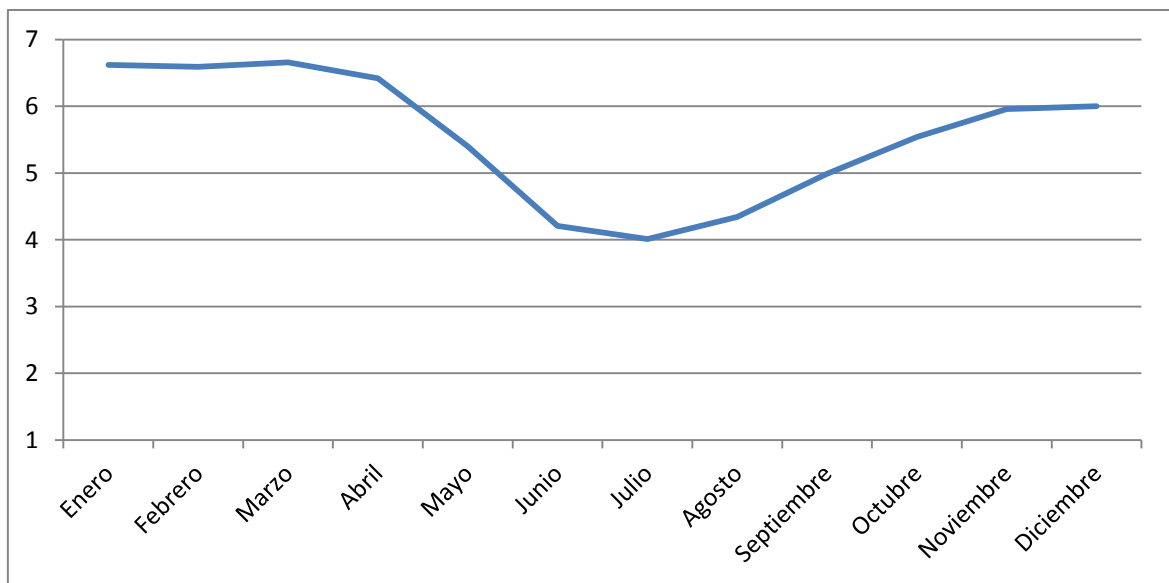
Fuente: RETScreen (NASA)

### Interpretación:

En el lugar de estudio, la temperatura promedio anual es de 23.1 grados centígrados, con rangos muy pequeños en cuanto a los valores promedios máximos y mínimos de los meses del año; en el mes de Marzo, tiene una temperatura promedio de 24,9 grados centígrados, y en el mes de Octubre 21,5 grados centígrados. Los valores no son las temperaturas máximas ni mínimas del año, sino los valores promedios de cada mes.

En cuanto a los niveles de humedad relativa, precipitación, presión atmosférica y velocidad del viento, se observa en la figura 23 que son marcadas las diferencias de éstos valores de acuerdo a la estación en la que se encuentre.

Los niveles promedios de radiación solar, se puede apreciar en la figura 24.



**Figura 23 Niveles de Radiación en zona de influencia del proyecto.**

En los meses entre Junio y Setiembre los valores de radiación solar son inferiores a 5 Kw-h/m2 d, pero inferiores a 4 Kw-h/m2 d, y se debe al periodo estacional de invierno; sin embargo en los demás meses los valores son cercanos y superiores a 6 Kw-h/m2 d, por lo tanto es altamente fiable el uso de los paneles solares, debido a que éstos requieren valores siempre superiores a 3.5 Kw-h/m2 d.

### 3.3. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

En el ítem 3.1, se determinó que la cantidad de energía que requiere cada vivienda es de 510,5 Watt-h, con una potencia instalada de 337 Watt, y una máxima demanda de 204 watt.

Éste valor de potencia instalada de 337 Watt, se adiciona un 20% más, debido a dos factores:

- a) Utilización de algún artefacto electrodoméstico menor a una potencia de 60Watt.
- b) Utilización de equipos electrodomésticos de mayor eficiencia, por lo cual tendrían menor potencia instalada.

Por lo cual la potencia instalada total que se utiliza para el diseño del proyecto, será de 500 Watt.

La energía real que consume el sistema es de 510,5 Watt –hora, por día (15,31 Kw-h/mes), a éste valor se incrementa un 30%, que servirá como una energía de reserva, por lo cual la energía real que se consume para efectos de diseño será de 663.65 Watt

La energía real requerida por el proyecto, está en función a la energía real consumida, afectado por las eficiencias del inversor y de la batería de almacenamiento de la energía eléctrica.

Por lo tanto:

Ecuación 2:

$$Er = \frac{Ec}{\epsilon i * \epsilon b}$$

Dónde:

Er: Energía real que requiere el sistema.

Ec: Energía real que se consume.

$\epsilon i$ : Eficiencia del inversor, del 85%

$\epsilon b$ : Eficiencia de la batería, del 90%

Remplazando:

$$Er = \frac{663.65}{0.85 * 0.9}$$

$$Er = 867.52$$

Reemplazando valores, se tiene que la energía real que requiere el sistema es de 867.52 watt-hora.

### 3.3.1. Calculo de Potencia de Panel fotovoltaico

Ecuación 3:

$$N = \frac{Er}{HSP * (1 - Sc)}$$

Donde:

Er= Energía real

N= Potencia del Panel Fotovoltaico.

HSP= Hora solar pico. 4,0 horas, que se toma éste valor comprendido entre las 09.00 y las 14.00 horas

Sc= Factor de pérdida de conexionado y por dispersión (0.05)

Remplazando:

$$N = \frac{867.52}{4,0 * (1 - 0,05)}$$

$$N = 228.29W$$

### 3.3.2. Calculo del Número de Panel Fotovoltaico

Ecuación 4:

$$n = \frac{N}{Pp}$$

Donde:

n= N° de módulos fotovoltaicos

N=Potencia del Panel Fotovoltaico

Pp= Potencia de los módulos de paneles fotovoltaico.

Remplazando:

$$n = \frac{228.29 \text{ W}}{300}$$

$$n = 0.76$$

Por lo cual, para el sistema propuesto, se requiere de 1 módulo fotovoltaico de 300 watt pico.

Se selecciona un panel solar mono cristalino Eagle PERC 60 de 300 Watt, el cual tiene una máxima corriente de corto circuito de 9,49 Amperios.



**Figura 24 Módulo fotovoltaico Eagle PERC 60 300 Wp**

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM280M-60		JKM285M-60		JKM290M-60		JKM295M-60		JKM300M-60	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	280Wp	209Wp	285Wp	212Wp	290Wp	216Wp	295Wp	220Wp	300Wp	224Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	31.8V	29.7V	32.0V	29.9V	32.2V	30.2V	32.4V	30.4V	32.6V	30.6V
Maximum Power Current (Imp)	8.81A	7.01A	8.90A	7.12A	9.02A	7.15A	9.10A	7.24A	9.21A	7.32A
Open-circuit Voltage (Voc)	38.6V	36.2V	38.7V	36.4V	39.5V	36.6V	39.7V	36.8V	40.1V	37.0V
Short-circuit Current (Isc)	9.49A	7.62A	9.51A	7.72A	9.55A	7.81A	9.61A	7.89A	9.72A	8.01A
Module Efficiency STC (%)	17.11%		17.41%		17.72%		18.02%		18.33%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	15A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.39%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.05%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

**Figura 25 Especificaciones técnicas de panel fotovoltaico**

Mechanical Characteristics	
Cell Type	Mono-crystalline PERC 156×156mm (6 inch)
No.of cells	60 (6×10)
Dimensions	1650×992×40mm (65.00×39.05×1.57 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm <sup>2</sup> , Length: 900mm or Customized Length

**Figura 26 Especificaciones mecánicas de Panel Fotovoltaico**

### **Cálculo de consumo Energético Real (W-H).**

Ecuación 5:

$$E = \frac{E_r}{R}$$

Donde:

E= Consumo energético real.

Er= Energía real que requiere el sistema (867.52 Wh)

R= Es el parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica.

### **Calculo del parámetro de rendimiento global de la instalación fotovoltaica (R).**

Para el cálculo del consumo energético real, tendremos que calcular R.

Ecuación 6:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) \times \left(1 - \frac{K_a \times N}{P_d}\right)$$

Donde:

$K_b$ = Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador (0,05 en sistemas que no demanden descargas intensas y 0,1 en sistemas con descargas profundas).

$K_c$ = Coeficiente de pérdidas en el convertidor (0,05 para convertidores sinusoidales puros, trabajando en régimen óptimo y 0,1 en otras condiciones de trabajo, lejos del óptimo).

$K_v$ := Coeficiente de pérdidas varias (agrupa otras perdidas como rendimiento de red, efecto joule, etc.). Se toma entre 0.05 – 0.15 como valores de referencia.

$K_a$ = Coeficiente de autodescarga diario; 0.002 para baterías de bajo autodescarga (Ni – Cd), 0.005 para baterías estacionarias de Pb – ácido (lo más habituales) y 0.012 para baterías de alta autodescarga.

$N$ = Número de días de autonomía de las instalación. Serán los días que la instalación debe operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va a ser capaz de generar. 3 – 10 días como valores de referencia.

$P_d$ = Profundidad de descarga diaria de la batería. Esta profundidad de descarga no excederá al 80% (referida a la capacidad nominal del acumulador), ya que la eficiencia de este decrece en gran medida con ciclos de carga y descarga muy profundos.

Remplazando:

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v)x \left(1 - \frac{K_a x N}{P_d}\right)$$

$$K_b = 0,05, \quad K_c = 0,05, \quad K_v = 0,1, \quad K_a = 0,005, \quad N = 3, \\ P_d = 0,8$$

$$R = (1 - 0,05 - 0,05 - 0,1)x \left(1 - \frac{0,005x3}{0,8}\right)$$

$$R = 0.785$$

Entonces el consumo energético real será:

$$E = \frac{867.52}{0.785}$$
$$E = 1105 (W - H)$$

### 3.3.3. Cálculo y selección del banco de baterías.

Para seleccionar el tipo de batería que se utiliza en el sistema fotovoltaico propuesto, se determina en función al consumo energético real, al número de días de autonomía, a la tensión de generación, y a la profundidad de descarga diaria de la batería, mediante la siguiente expresión, obtenemos la corriente que se requiere que ingrese a la batería, en donde se almacena la energía eléctrica.

Ecuación 7:

$$A = \frac{ExN}{VxP_d} (A - h)$$

Donde:

A= Consumo en Amperios.

E= Consumo energético real.

V= Voltaje de la batería c.c.

P<sub>d</sub>=Profundidad de descarga de la batería (0.8).

Remplazando:

$$A = \frac{1105x3}{12x0.8} (A - h)$$
$$A = 345.31(A - h)$$

Necesitaremos una batería que pueda almacenar como mínimo 345.31 A-h.

Seleccionamos dos baterías de 180 A-h, cada una, es la batería denominada RITAR, modelo RA12-180 (12V 150 A-H), la cual cumple con los datos tomados para nuestro calculo.





## RA12-180 (12V180Ah)

RA series is a general purpose battery with 10 years design life in float service. It meets with IEC, JIS and BS standards. With up-dated AGM valve regulated technology and high purity raw materials, the RA series battery maintains high consistency for better performance and reliable standby service life. It is suitable for UPS/EPS, medical equipment, emergency light and security system applications.

### Specification

Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	180Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 53.0 Kg (Tolerance $\pm 1.5\%$ )
Max. Discharge Current	1800A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4m $\Omega$
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C $\pm$ 5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	54 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F12/F16
Container Material	A.B.S. UL94-HB, UL94-V0 Optional.

Figura 27 Especificaciones técnicas de la batería

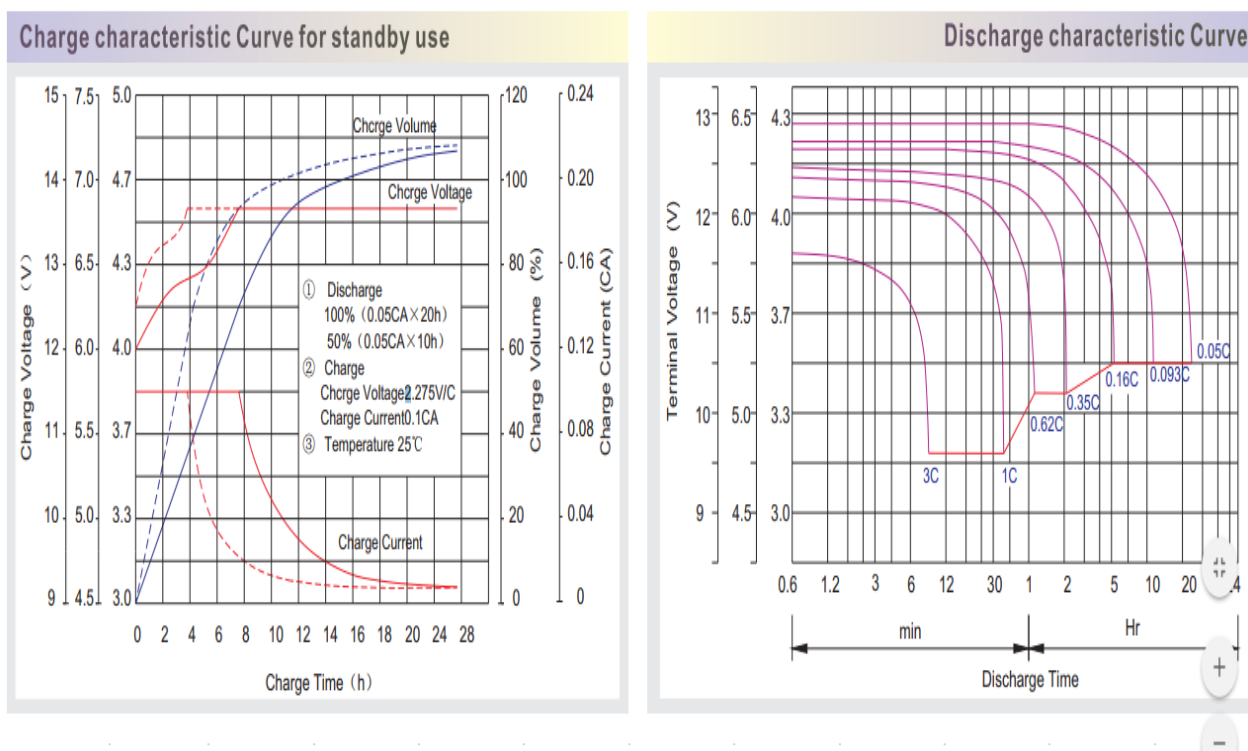


Figura 28 Curvas de carga y descarga de la batería.

### 3.3.4. Cálculo de Selección del Regulador de Carga.

Para calcular el regulador de carga necesaria, se multiplica la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) de cada panel (Figura 26), por el número de paneles en paralelo necesarios ( $N_p$ ). Ese producto será la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador ( $I_{max}$ ).

Ecuación 8:

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p$$

Donde:

$I_{max}$  = Máxima intensidad nominal.

$I_{cc}$  = Intensidad de corto circuito del panel.

$N_p$  = Número de paneles en paralelo.

Remplazando:

$$I_{cc} = 9,49A,$$

$$I_{max} = 9,49 \times 1$$

$$I_{max} = \mathbf{9,49A}$$

Esto es la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador ( $I_{max}$ ).

Seleccionamos un regulador que cumpla esta condición. Para esto tenemos el Regulador maximizador MPPT de la marca PHOCOS, modelo CX 10.



**Figura 29 Regulador CX10**

Type	CX 10	CX 20	CX 40
System voltage	12/24 V auto recognition		
Max. charge/load current	10 A	20 A	40 A
Float charge	13.7/27.4 V (25 °C)		
Main charge	14.4/28.8 V (25 °C), 30 min. (daily)		
Boost charge	14.4/28.8 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.3/24.6 V		
Equalization	14.8/29.6 V (25 °C), 2 h Activation: battery voltage < 12.1/24.2 V		
Deep discharge protection:			
State-of-charge dependent	A: 11.4 – 11.9 V / 22.8 – 23.8 V B: 11.0 – 11.75 V / 22.0 – 23.5 V		
Voltage dependent	A: 11.0/22 V B: 11.5/23 V		
Adaptive	11.0 – 12.2 V / 22.0 – 24.4 V		
Reconnect level	12.8/25.6 V		
Overvoltage protection	15.5/31.0 V		
Undervoltage protection	10.5/21.0 V		
Max. panel voltage	30 V in 12 V system		
(Overvoltage protection by varistor)	50 V in 24 V system		
Temperature compensation	–25 mV/K at 12 V		
(Charge voltage)	–50 mV/K at 24 V		
Own consumption	< 4 mA		
Grounding	Positive grounding possible		
Ambient temperature	–20 to +50 °C		
Max. height	4,000 m above sea level		
Battery type	Lead acid (GEL, AGM, flooded)		
Wire cross section	Up to 16 mm <sup>2</sup>		
Weight	168 g		179 g
Dimensions (W x H x D)	92 x 93 x 38 mm		

**Figura 30 Especificaciones Técnicas Regulador de Carga CX 10**

### 3.3.5. Cálculo de selección del Inversor.

El inversor es el dispositivo que convierte la energía eléctrica de corriente continua en alterna, que será la que se utilizará en la red de distribución domiciliaria, por lo tanto el inversor tendrá la capacidad de convertir éste tipo de corriente, y no tendrá que ser menor a la de la máxima demanda de la vivienda a electrificar.

La máxima demanda es de 204 watt, por lo cual se selecciona un inversor con una potencia mayor, que convierta los 12 voltios de tensión que se almacena en la batería, a los 220 voltios de los consumidores de energía en la vivienda. Se selecciona un inversor cargador de Onda Pura marca VICTRON de 12 v con capacidad de 500 watt.



Figura 31 Inversor cargador VICTRON 12V 500W

12 voltios 24 voltios 48 voltios	MultiPlus 12/500/20 MultiPlus 24/500/10 MultiPlus 48/500/6	MultiPlus 12/800/35 MultiPlus 24/800/16 MultiPlus 48/800/9	MultiPlus 12/1200/50 MultiPlus 24/1200/25 MultiPlus 48/1200/13
PowerControl / PowerAssist	No	Sí	
Funcionamiento en trifásico y en paralelo	No	Sí	
Conmutador de transferencia	16A		
INVERSOR			
Rango de tensión de entrada	9,5 – 17V	19 – 33V	38– 66V
Salida	Tensión de salida: 230VCA ± 2%		Frecuencia: 50Hz ± 0,1% (1)
Potencia cont. de salida a 25 °C (3)	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. de salida a 25°C	430W	700W	1000W
Potencia cont. de salida a 40 °C	400W	650W	900W
Potencia cont. de salida a 65 °C	300W	400W	600W
Pico de potencia	900W	1600W	2400W
Eficacia máxima	90 / 91 / 92%	92 / 93 / 94%	93 / 94 / 95%
Consumo en vacío	6 / 6 / 7W	7 / 7 / 8W	10 / 9 / 10W
Consumo en vacío en modo búsqueda	2 / 2 / 3W	2 / 2 / 3W	3 / 3 / 3W
CARGADOR			
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz		
Tensión de carga de "absorción"	14,4 / 28,8 / 57,6V		
Tensión de carga de "flotación"	13,8 / 27,6 / 55,2V		
Modo de almacenamiento	13,2 / 26,4 / 52,8V		
Corriente de carga de la batería auxiliar (4)	20 / 10 / 6A	35 / 16 / 9A	50 / 25 / 13A
Corriente de carga batería arranque	1A (solo modelos de 12V y 24V)		
Sensor de temperatura de la batería	Sí		

Figura 32 Tabla de datos técnicos de Inversor

## INCLINACIÓN DE PANEL SOLAR.

El panel solar que se ubicará en una estructura en la parte superior de cada vivienda, tendrá que tener un ángulo de inclinación; éste ángulo de inclinación se determina a partir de la ubicación geográfica, el caserío la Algodonera, para lo cual, se construye una pequeña estructura, que garantice la seguridad, condiciones atmosféricas, así como también tendrá la orientación correcta.

**SUNFER ENERGY STRUCTURES**

**Instalación integrada para cubiertas metálicas**

**Integrada 1 columna**

**Artículo n° KH915**

Soporte diseñado con capacidad para 1 columna de MFV en horizontal con la misma inclinación que la cubierta existente... (También se puede instalar en 1 fila de MFV en vertical).

Artículo	Capacidad	Tamaño de módulo	Materiales
KH915 [1x4]	4 Módulos Fotovoltaicos Disponibles de 1 a 20 módulos.	1650x1000x[35,40,45,50] 2000x1000[35,40,45,50]	Aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería Acero Inoxidable

Ángulo fijación a cubiertas metálicas

Guía módulos

Detalle ángulo fijación

**Montaje:**  
Estructura atornillada, regulable...

Sistema con perfil de unión de guías

Detalle presor lateral e intermedio

Este soporte está disponible en dos versiones:  
 KH915 Estándar. Altura libre del módulo 60 mm.  
 KH915 Elevado. Altura libre del módulos 130 mm.

**Condiciones de diseño:**  
 UNE-EN 1991-1-3:2004 Cargas de nieve. 200 N/m<sup>2</sup>  
 UNE-EN 1991-1-4:2007 Cargas de viento. V<sub>b</sub>: 29 m/s  
 Consultar la normativa vigente en el punto de instalación.

**Nota:**  
 Previamente, se tiene que comprobar que la fijación de la chapa a la subestructura y que la capacidad de soporte máxima de la chapa son suficientes. Especialmente, en el caso de elementos sandwich, debido a su escasa capacidad de soporte, por norma general, no se puede realizar la fijación directa a la chapa de cubierta. El grosor mínimo de la chapa trapezoidal de acero es, por norma general, de 0,6 mm.  
 Se recomienda atornillar el soporte a la subestructura del tejado.

Figura 33 Estructura para paneles fotovoltaico

### 3.3.6. Cálculo del Ángulo de inclinación al sol.

La orientación correcta, se determina con la expresión:

Ecuación 9:

$$\theta_z = \phi - \delta$$

Donde:

$\theta_z$  = Ángulo de orientación al sol.

$\Phi$  = Latitud:  $6^{\circ}06'28$ , que es equivalente a  $6,107^{\circ}$

$\delta$  = El valor promedio de desviación del sol, declinación ( $\delta$ ) para un año es de  $1.4301^{\circ}$

Reemplazando valores, y teniendo en cuenta que la latitud sur para efectos numéricos se considera negativa, se tiene:

$$\theta_z = 6.107^{\circ} - (-1.4301^{\circ})$$

$$\theta_z = 7.53^{\circ}$$

Sin embargo, para ángulos menores de  $10^{\circ}$ , es recomendada una inclinación mínima de  $10^{\circ}$ , con el fin de evitar estancamiento de agua.

### DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES.

Para la determinación del conductor que se utiliza para conducir la corriente continua en de los paneles al regulador y a la batería, que se ubica en el interior de cada una de las viviendas, se hace teniendo en cuenta la capacidad de corriente y la caída de tensión.

La caída de tensión máxima según el CNE, es del 1,5%, por lo cual la caída de tensión máxima será:

### 3.3.7. Cálculo de caída de tensión c.c.

Ecuación 10:

$$CV = V * CPV$$

Dónde:

CV= Caída de tensión.

V= Tensión de generación, 12 Voltios.

CPV= Caída porcentual de tensión.

Reemplazando valores, se tiene:

$$CV = 12 * 0.015 = 0.18 \text{ Voltios.}$$

### 3.3.8. Cálculo de sección del conductor de C.C.

Ecuación 11:

$$s = 2 \left( \frac{L \times I}{K \times V} \right)$$

Donde:

L= Longitud del conductor (10 mt).

I= Intensidad que ataravieza por el conductor (9.49)

K= Conductividad del Cobre a más de 20° (Cu):56m/Ωmm<sup>2</sup>

V= Voltaje de generación C.C. (12v)

Remplazando:

$$S = 2 \left( \frac{10 \times 9.49}{56 \times 12} \right)$$


$$S = 2 \left( \frac{94.9}{672} \right)$$

$$S = 0.28 \text{ mm}^2$$

Pero con sección normalizada superior a la calculada es de 1.5 mm<sup>2</sup> (Capacidad de corriente 30 A)



En la tabla de conductores eléctricos la corriente de la norma ITC-BT-19, la corriente máxima del conductor eléctrico del tipo 0,6/1kV de 1,5mm<sup>2</sup>, con aislamiento PVC en instalaciones de conductores aislados en tubos o canales en montaje superficial o empotrados en obra, es de 30 A. Esta corriente es muy superior a la máxima corriente que circulará por los conductores del panel al regulador que es de 9.49 A, por tal motivo el conductor de 1.5 mm<sup>2</sup> es aceptable.


ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC


### PANELES FOTOVOLTAICOS

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC




**EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC**

Conductor: Cobre estañado clase 5 para servicio móvil [-F]  
Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos [Z]  
Cubierta: Elastómero termoestable libre de halógenos [Z]  
Norma: TÜV 2 Pág 1169/08.2007



Ecológico

### SERVICIO MÓVIL



Código	Sección	Color	Diámetro exterior	Peso	Radio Min. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20°C	Intensidad al Aire III	Caida de tensión en DC
	mm <sup>2</sup>	[+]	mm <sup>3</sup>	kg/km	mm <sup>3</sup>	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Disponibilidad bajo pedido hasta 1x300 mm<sup>2</sup>

Figura 34 Tabla de conductores para cc de sistema fotovoltaico



### 3.3.9. Cálculo de sección del conductor de C.A.

Cableado de corriente alterna: Son los conductores que interconectan el inversor con el tablero de distribución eléctrica de la vivienda. Longitud = 15 m.

Ecuación 12:

$$S = \frac{2L \times P_{inv}}{C \times \Delta v \times V_{out}}$$

Donde:

L= Longitud del conductor (mt).

P<sub>inv</sub>= Potencia del inversor (500 W).

C= Conductividad del cobre (56m/Ω\*mm<sup>2</sup>).

Δv= Caída de Voltaje en alterna se considera 2% según el pliego de condiciones técnicas del IDAE.

V<sub>out</sub>= Voltaje de salida en el inversor (220v)

### Cálculo de caída de voltaje máxima admisible en C.A.

Ecuación 13:

$$\Delta V = 0.02 * V$$

Donde:

V= Voltaje en C.A. (220V)

Remplazando:

$$\Delta v = 0.02 \times 220 = \mathbf{4.4 \text{ voltios.}}$$

Remplazando en ecu. 14:

$$S = \frac{2L \times P_{inv}}{C \times \Delta v \times V_{out}}$$

$$S = \frac{2(15) \times 500}{56 \times 4.4 \times 220}$$

$$S = \frac{15000}{54208}$$

$$S = 0.276 \text{ mm}^2$$

Pero con sección normalizada superior a la calculada es de 1.5 mm<sup>2</sup>

Por tal motivo el conductor THW de 2.5 mm<sup>2</sup> es aceptable.

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm <sup>2</sup> )								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

(\*) NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO / TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

**Figura 35 Tabla de calibres de conductores Tipo THW**

### 3.4. EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA.

La Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria, División de Distribución Eléctrica, realiza la Fijación de la Tarifa Rural para Sistemas Fotovoltaicos 2014-2018

			Energía Promedio Mensual Disponible (kW.h/mes)		
Tipo de Módulo	Potencia Instalada (Wp)	Tensión de Servicio	Costa	Sierra	Selva y Amazonía
BT8-070	70	12 V DC	7,75	8,06	6,46
BT8-100	100	12 V DC	10,36	10,77	8,63
BT8-160	160	220 V AC	16,92	17,59	14,09
BT8-240	240	220 V AC	25,37	26,39	21,13
BT8-320	320	220 V AC	33,83	35,18	28,17

**Figura 36** Tabla de tarifa Rural para sistemas fotovoltaicos

Para la costa, que es donde está ubicado el caserío la Algodonera, le corresponde para cada usuario que tiene un sistema fotovoltaico de 300 watt pico, según OSINERGMIN, el tipo de módulo es BT8-320, el consumo promedio mensual disponible de 33.83 Kw-h/mes.

Para el análisis económico, se considera un periodo de 10 años.

### 3.4.1. Inversión de la propuesta.

**Tabla 8 Costos unitarios de elemento del sistema fotovoltaico y gastos de instalación.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	CANTIDAD	P. Unit. (S/)	P.Total (S/)
1	Modulo fotovoltaico Mono cristalino 300 Watt	Und	30	850	25500
2	Inversor 500 Watt	Und	30	610	18300
3	Batería RA 12 180	Und	60	220	13200
4	Estructura panel solar	Und	30	120	3600
5	Tablero de distribución , incluye llave termomagnética 15 A	Und	30	140	4200
6	Conductores eléctrico THW 2.5 mm 2	Mt	1500	0.9	1350
7	Tubería PVC SAP 3/4"	Und	120	3.5	420
8	Regulador de carga CX Serie 10	Und	30	280	8400
9	Costo de Instalación y transporte y pruebas	Und	30	267	8010
	<b>TOTAL</b>				<b>S/ 82980</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2. Tiempo de evaluación de la propuesta.

Esta propuesta se analiza en el periodo de 10 años, para lo cual al estado se propone que el pago único por el servicio de energía eléctrica sea de 77.36 Nuevos Soles por usuario sin IGV, de acuerdo a la nueva tarifa eléctrica rural para sistemas fotovoltaicos que entro en vigencia el 4 de noviembre del 2017.

### 3.4.3. Costos de explotación.

Los costos de explotación son aquellos gastos relacionados con las actividades técnicas y comerciales (mano de obra transportes y equipos) que están considerados después de la instalación, en las actividades técnica involucra el mantenimiento preventivo y correctivo y en las actividades comerciales involucra la facturación, emisión, reparto y cobro de los mismos.

### 3.4.4. Flujo de caja de la implementación de la propuesta.

El flujo de caja de un proyecto de inversión, analiza los ingresos y egresos a los largo del periodo del proyecto, con una tasa de interés social de mercado. Los ingresos del proyecto están dado por el pago mensual de 77.36 Nuevos Soles, como tarifa única, y los egresos serán los costos de recambio de las baterías, que serán cada 2 años y los gastos en personal para el reparto de recibos y cobro de los mismos.

En la siguiente tabla se expresa: La inversión, los ingresos y egresos del proyecto.

**Tabla 9 Flujo de caja del proyecto propuesto**

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (S/.)	82980.00										
Ingresos		27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6	27849.6
Egresos técnicos			13500		13500		13500		13500		13500
Egresos comerciales		4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500
Utilidad		23349.6	9849.6	23349.6	9849.6	23349.6	9849.6	23349.6	9849.6	23349.6	9849.6

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.5. Cálculo de las variables económicas.

#### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos mensuales, llevándolas al año cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés social del, 10% anual

Ingresos actualizados al tiempo 0:

$$Ia = \frac{Ra * [(1 + i)^n - 1]}{[i * (1 + i)^n]}$$

Ia: Ingresos actualizados al año 0.

Ra: Utilidad Anual, que es variable, debido a los costos de reposición cada dos años

i: Tasa de interés social del 10% anual

n: Número de años

Reemplazando valores, se obtiene que la utilidad actualizada al año cero es de s/ 20,992.40.

#### Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar son igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ra * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 16 % Anual, que representa un valor que está dentro de la tasa de inversión social de los proyectos.

#### Relación Beneficio Costo

La relación beneficio es de s/ 1.25 que significa que por cada sol invertido se recupera el mismo sol más una ganancia de s/ 0.25.

#### **IV DISCUSIÓN.**

El trabajo de investigación que se ha realizado, enmarcado dentro del incentivo de uso de energías limpias, alternativas a las convencionales, también ha sido evaluado en otros lugares, existiendo coincidencias y divergencias en algunos aspectos, que aquí se detallan.

Cañavera (2015), analiza el efecto de la no contaminación al ambiente, y específicamente utiliza la energía solar para sistema de iluminación, así mismo describe el potencial de irradiación en la zona de influencia de su trabajo de investigación; en dichos tres aspectos se tiene coincidencias, sin embargo en el segundo aspecto, el trabajo aquí propuesto no solo cubre la necesidad de iluminación sino también a las demás cargas básicas en una vivienda.

En el Perú, con coeficientes de electrificación muy bajos para el sector rural, con valores de acuerdo a cada región, del 60%, hace prever que el uso de éste tipo de energía es aceptable y recomendable.

Grupo apoyo sector rural PUCP (2017) La energía solar es una de las opciones que se están desarrollando como alternativas a las energías provenientes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m<sup>2</sup>; 5.0 a 6.0 kWh/m<sup>2</sup> en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m<sup>2</sup>.

Así como México, que se ubica en latitud norte con niveles de radiación solar promedio superior a los 6kw-h/m<sup>2</sup> d, aquí en la zona norte del Perú, es una de las regiones con potencial en este tipo de energías.

Vásquez (2015), describe que en el Perú la matriz energética es poco diversificada, con propuestas de creación de nuevas políticas energéticas claramente definidas para los próximos 20 años, de acuerdo al plan referencial de energía y al plan referencial de la

electricidad, la energía solar, tendrá una participación cada vez mayor a la actual. En la zona de La Algodonera, jurisdicción del presente proyecto de investigación, no será posible técnicamente, económicamente y socialmente la interconexión al sistema interconectado nacional, debido a la lejanía de punto de alimentación, muy pocos números de viviendas, y estar además fuera del ámbito de la empresa concesionaria.

Ante ello, con el incremento de la generación con energía fotovoltaica, se estima poder cubrir la brecha que existe al 100% del coeficiente de electrificación en la región Lambayeque.

CLEMENTE (2014), realizó mediciones de los niveles de radiación solar, siguiendo una metodología específica, y encontró que los valores de radiación son el promedio de 5.902 kWh m<sup>2</sup>/día. En la tesis que aquí se propone, se realizó el estudio de acuerdo a la información proporcionada en la estación meteorológica cercana a la zona del proyecto, y se estableció que los niveles de radiación solar en la estación de verano, están casi siempre por encima de 6 Kw-h/m<sup>2</sup> d.

Así mismo por estar a una latitud mayor a la que se encuentra la región Lambayeque, los ángulos de desvío del panel solar son diferentes.

CHERCCA (2014), realizó un estudio del uso de la energía solar y la energía eólica, para combinarlas y utilizarlas ambas, un aerogenerador de 2Kw y 28 paneles fotovoltaicos de 240 Wp. Esta tesis en realidad utiliza ambas tecnologías como centrales de energía, en cambio en la tesis propuesta la generación será distribuida aislada y no concentrada.

La distribución distribuida tiene ventajas debido a que sólo será operada por el propietario de la vivienda, y sólo asumirá el ritmo de consumo de la energía de cada hogar, que a pesar de tener actividades diarias iguales, difieren en alguna medida de sus valores de la eficiencia del consumo de la energía.



## V CONCLUSIONES

Se realizó un análisis para determinar las necesidades energéticas de las viviendas del caserío La Algodonera, en el cual es necesario abastecer la iluminación, el cual consta de 2 luminarias para habitaciones, 1 para sala y una para baño, todas ellas de tecnología Led de 11 Watt, un TV de 60 watt, radio de 25 watt y licuadora de 200 watt; en el cual la forma óptima de utilización de la energía es la que garantiza que sea suficiente para la vivienda. La máxima demanda de 337 Watt que ocurre entre las 12:00 y 14:00 horas, y la cantidad de 510.5 Watt – Hora de energía que requiere cada vivienda, determina un factor de carga de 0.1

Se hizo el análisis de los niveles de radiación, tanto por lo que indica el atlas solar del Perú, como también por el reporte de la NASA, en la que registra la información de las estaciones meteorológicas, siendo la estación de Morrope la más cercana, y en la cual los niveles promedios de radiación en los meses de verano están por encima del 6 Kw-h/m<sup>2</sup> d, y en los meses de invierno el valor es de 5 Kw-h/m<sup>2</sup> d, por lo cual si es factible el uso de los paneles, que funcionan con un nivel mínimo de radiación de 5 Kw-h/m<sup>2</sup> d.

Se realizó la selección de los dispositivos del sistema fotovoltaico, es decir del panel solar, el regulador de carga, el inversor, banco de baterías, conductores eléctricos y sistema de protección, estableciéndose para cada equipo las especificaciones técnicas mínimas y su conexión correcta dentro del sistema.

Se hizo la evaluación económica del proyecto, obteniendo una tasa interna de retorno del 16 %, que es superior a la tasa de interés social, por ser un proyecto en el cual el estado interviene incentivando los préstamos. El valor actual neto en el periodo de 10 años es de s/ 20,992.40 Soles, y la relación Beneficio costo fue de s/1.25 soles, lo cual hace viable la ejecución del proyecto en el caserío La Algodonera en el Distrito de Olmos.

## VI RECOMENDACIONES

- Incrementar el nivel de capacitación técnica a los usuarios del proyecto, para optimizar los costos de mantenimiento, dicha capacitación no necesariamente puede ser directa, sino de manera virtual.
- Realizar estudios de energía eólica, debido a que existe potencial eólico, con velocidades de viento superior a 5m/s, que harían que pueda existir cargas eléctricas de mayor potencia, como por ejemplo electrobombas para extracción de agua.
- Una de las formas de que el sistema sea sostenible en el tiempo, es necesario que los usuarios cumplan con los periodos de utilización de los equipos dentro del rango de tiempo especificado, a fin de no agotar la carga de la batería, de acuerdo a los cálculos realizados.
- Cada vez que se realice un cambio de algún equipo, éste debe ser de menor potencia a la anterior, para evitar sobrecargar el sistema. La tecnología a medida que avanza el tiempo, hace posible que se cuente con equipos más eficientes de menor potencia instalada.

## VII REFERENCIAS.

- ACHA. (2014). Perspectivas del sector energético en el mundo. Lima. Perú. 87pp.
- Cañavera (2015). Obtención de Energía por Medio de Celdas Solares. INSTITUTO CULTURAL COPÁN, México, 120pp.
- CHAVEZ. (2013) Instalaciones Fotovoltaicas Domiciliarias. 45pp.
- CHERCCA (2014). Aprovechamiento del Recurso Eólico y Solar en la Generación de Energía Eléctrica y la Reducción de Emisiones de CO<sub>2</sub> en el Poblado Rural la Gramita de Casma”. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, Lima – Perú, 92pp.
- CLEMENTE. (2014). OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS, Universidad Nacional del Centro del Perú, 89pp.
- GRUPO APOYO SECTOR RURAL PUCP (2017) El desarrollo de la Energía solar en el Perú
- HERNÁNDEZ, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN., de Investigar.pdf: [https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf)
- HORN, M. (2001). El estado actual del uso de la energía solar en el Perú., de Perú Económico.pdf: <http://fc.uni.edu.pe/mhorn/Energia%20solar%20en%20Peru%20perueconomico.pdf>
- LECUONA, A. (2013). Fuentes de Energía, Geometría solar y radiación. Recurso y perfiles productivos: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-termica-y-de-fluidos/fuentes-de-energia-2013/material-de-clase-1/ocw-fe-cap07.pdf>
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2014). Niveles de electrificación en el Perú, 89pp.
- NASA. Agencia Aeroespacial de los Estados Unidos. <https://power.larc.nasa.gov/>
- ORBEGOZO, C., & Arivilca, R. (2010). Energía Solar Fotovoltaica Manual técnico para instalaciones domiciliarias, de Energía verde:

[http://energiaverde.pe/wp-content/uploads/2010/06/Manual\\_ES\\_Fotovoltaica.pdf](http://energiaverde.pe/wp-content/uploads/2010/06/Manual_ES_Fotovoltaica.pdf)

- ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE LA ENERGIA OLADE. (2014) Análisis del sector energético en Latinoamérica. 67pp.
- OSINERGMIN (2017). Estadísticas del sector electricidad, 92pp.
- PROYECTO GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE. “Electrificación rural con Energía Solar Fotovoltaica de los caseríos y anexos del Distrito de Kanaris”, (2012).
- RET SCREEM EXPERT (2017). Registros de estaciones Meteorológicas, 56pp.
- RIVAS, E. (2009). MATERIALES PARA REALIZAR UNA INVESTIGACIÓN. de Monografías.com: <http://www.monografias.com/trabajos74/materiales-realizar-investigacion/materiales-realizar-investigacion2.shtml>
- SARMIENTO, A. (2001). Días de Autonomía, estudio de Tecnologías Energéticas Renovables., de Cuba Solar: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia23/HTML/articulo04.htm>

## ANEXOS

### DATOS TÉCNICOS DE PANEL SOLAR.



- **Eagle PERC 60 280-300W**

Tipo: **Monocrystalino**

Gama de Potencia: **280 ~ 300 Wp**

Región : **China** 

#### Características del Producto

No. de Modelo	<b>JKM280M-60</b>	<b>JKM285M-60</b>	<b>JKM290M-60</b>	<b>JKM295M-60</b>	<b>JKM300M-60</b>
Garantía					
Garantía de Producto	10 Años				
Garantía de energía	12 años de 90% potencia de salida, 25 años de 80.2% potencia de salida				
Características Eléctricas en STC					

Potencia Máxima (Pmax)	280 Wp	285 Wp	290 Wp	295 Wp	300 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	31.8 V	32 V	32.2 V	32.4 V	32.6 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	8.81 A	8.9 A	9.02 A	9.1 A	9.21 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	38.6 V	38.7 V	39.5 V	39.7 V	40.1 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.49 A	9.51 A	9.55 A	9.61 A	9.72 A
Eficiencia	17.11 %	17.41 %	17.72 %	18.02 %	18.33 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %
	Condiciones de prueba estándar (STC): Masa de aire AM 1.5, radiación 1000W/m², temperatura de célula 25°C.				
Características Eléctricas en NOCT					
Potencia Máxima (Pmax)	209 Wp	212 Wp	216 Wp	220 Wp	224 Wp
Tensión en el Punto de Máxima	29.7 V	29.9 V	30.2 V	30.4 V	30.6 V

Potencia (Vmax)					
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	7.01 A	7.12 A	7.15 A	7.24 A	7.32 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	36.2 V	36.4 V	36.6 V	36.8 V	37 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7.6 A	27.72 A	7.81 A	7.89 A	8.01 A
Temperatura	45±2 °C	45±2 °C	45±2 °C	45±2 °C	45±2 °C
	Temperatura en condiciones normales de operación (NOCT): 800W/m², AM 1.5, velocidad del viento de 1m/s, temperatura ambiente de 20°C				
Características Térmicas					
Rango de Temperatura	-40~85 °C				
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0.39 %/°C				
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0.29 %/°C				
Coeficiente de Temperatura de Isc	0.05 %/°C				
Parámetros del Sistema					

Tensión Máxima del Sistema	1000 V
Límite de Corriente	15 A
Características Mecánicas	
Dimensiones (A/A/F)	1650x992x40 mm
Peso	19 kg
Tipo de Células	Mono cristalino
Tamaño de las Células	156×156 mm
Número de Células	60
Tipo de Vidrio	Capa Antirreflejo, Alto Transparente, Bajo Hierro
Grosor de Vidrio	3.2 mm
Tipo de Trama	Aleación de Aluminio Anodizado
Caja de Protección de Uniones	IP 67
Cables	4 mm²
Largo de Cable	900 mm



## DATOS TÉCNICOS DE BATERÍA.



### Batería ritar ra12-180b 12v 180ah

#### FICHA TECNICA.

Altura	214
Anchura	209
Longitud	530
Voltios	12
Tipo	AGM
Gama	GENERICA

## MÁS

Las **baterías cíclicas Ritar con tecnología AGM** están fabricadas a prueba de derrames y son recargables y libres de mantenimiento.

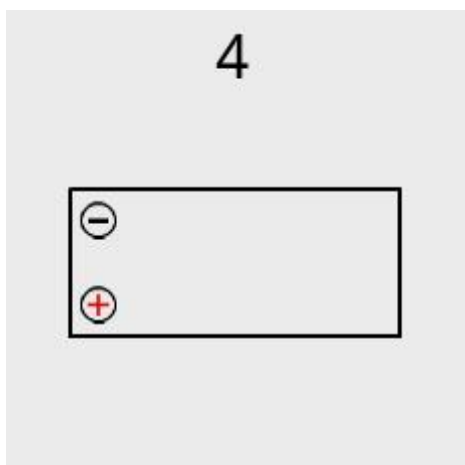
La calidad de estas baterías de uso cíclico es indudable, pudiendo soportar sobrecargas, descargas y siendo altamente resistente a vibraciones y golpes. Su sellado garantiza que no haya fugas de electrolito pudiendo colocarse en casi cualquier posición. Puede almacenarse durante largos períodos de tiempo. Ritar está clasificada como batería 'a prueba de fugas' y reúne todos los requisitos para el transporte aéreo (certificado IATA).

Libres de mantenimiento y están equipadas con un seguro sistema de ventilación para liberar presión y evitar el exceso de gas en su interior. Las baterías Ritar son ideales para su uso cíclico en SAI, sistemas de alarma, equipos médicos, máquinas de oficina, ordenadores, videocámaras, energía solar, equipos de seguridad, etc.

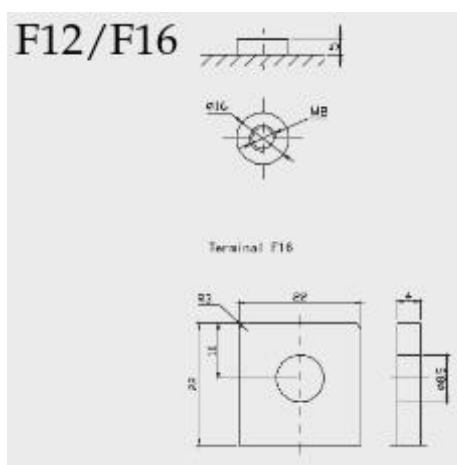
### CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS RITAR

- No precisa mantenimiento ni adición de agua.
- Las baterías Ritar están selladas y son libres de fugas. Certificado IATA para transporte aéreo.
- Seguridad: Sistema de ventilación de baja presión que evita la acumulación de gas en el interior de la batería.
- Alto rendimiento y vida útil.
- Se puede almacenar durante largos períodos de tiempo sin necesidad de recarga.

Esquema



Terminal



<b>Ref. Comercial</b>	RA12-180B
<b>BATERÍA</b>	ritar agm RA12-180B 12V 180Ah (c10)
<b>Marca</b>	RITAR
<b>Modelo</b>	RITAR RA
<b>Tecnología</b>	AGM
<b>Gama</b>	GENERICA
<b>Voltios</b>	12v
<b>Ah(c10)</b>	<b>180</b>
<b>Peso</b>	51.00KG
<b>Largo</b>	530.0MM
<b>Ancho</b>	209.0MM
<b>Alto</b>	214.0MM

## DATOS TECNICOS DE REGULADOR.



### Controlador de Carga Phocos CX10 12/24V, 10A

#### Información del Producto

La serie de controladores de carga Phocos CX tiene características excepcionales en este rango de costo. Además de una perfecta regulación PWM con compensación de temperatura integrada los controladores proporcionan extraordinarias funciones de visualización, programación y seguridad.

La carga de la batería está claramente visible en un gráfico de barras, así como los flujos de energía desde y hacia la batería y el estado de carga (sobrecarga, por ejemplo, cortocircuito de la carga). La función de protección de descarga profunda puede ser ajustada a tres modos diferentes: voltaje controlado, SOC controlado o adaptable (fuzzy logic).

Los controladores de carga solar Phocos CX ofrecen una alarma audible, también una función programable de alumbrado nocturno.

El diseño de la carcasa compacta ayuda al montaje en carril DIN (rail tipo DIN no incluido).

## Funciones de los controladores de carga solares Phocos CX10:

- Pantalla con el estado de Carga y descarga
- Alarma de desconexión de carga
- Indicación del estado de carga
- 5 algoritmos de carga de desconexión
- Boost / absorción / flotación regulación PWM (tipo serie)
- Compensación de temperatura
- Terminales cubiertas (hasta cable 16 mm<sup>2</sup>)

## Características técnicas:

- Modelo Phocos: CX10 / CXN 10.
- Voltaje del sistema: 12/24 voltios DC reconocimiento automático.
- Max. Corriente de carga: 10 Amps.
- Carga de flotación: 13.7/27.4 V (25 ° C).
- Carga principal: 14.4/28.8 V (25 ° C), 30 min. (Diario)
- Carga rápida: 14.4/28.8 V (25 ° C), 2 h.
- Ecualización: 14.8/29.6 V (25 ° C), 2 estándar. Activación: voltaje de la batería <12.1/24.2 V (por lo menos cada 30 días).
- Desconexión por Bajo Voltaje: 10,5 V / V 21,0.
- Max voltaje del panel solar: 30 Volts (12ZV sistemas) / 50 voltios (24 sistemas)
- Conexión a tierra: Positivo / Modelo CXN para tierra negativa.
- Temperatura de funcionamiento: de -20 a +50 ° C.
- Tipo de batería: plomo-acido (GEL, AGM, inundado)

**NOTA:** Este controlador de carga CX es para sistemas solares con tierra positiva. El modelo CXN es para sistemas solares con tierra negativa.

## DATOS TÉCNICOS DEL INVERSOR.

### Inversor/Cargador Victron modelo Multi 12/500/20-16



Inversor/Cargador Victron modelo Multi 12/500/20-16

ReferenciaCMP125010000

Fabricante Victron Energy.

Inversor/Cargador Victron modelo Multi 12/500/20-16, de 12 Voltios, y una potencia nominal de 500W. Función cargador con capacidad de 20-16Ah. Ideal para sistemas fotovoltaicos de autoconsumo y náutica.

#### Inversor Multifuncional Inteligente

Los inversores/cargadores Victron Multiplus Multi 12/500/20-16 son muy útiles en instalaciones que disponen de grupos electrógenos como soporte adicional a la instalación. Este aparato se compone de un inversor de onda pura de 500W de 12V, un cargador de baterías de 20-16Ah y un conmutador de transferencia de CA de alta velocidad. Todo en una misma carcasa

Función PowerAssist, única en Victron.

El MultiPlus puede evitar las sobrecargas en una fuente CA limitada: en primer lugar, reducirá automáticamente la carga de la batería cuando se produzca una sobrecarga; en

segundo lugar, tomará corriente de la batería para compensar la salida del generador o de la alimentación conectada.

#### Función SAI

En caso de apagón, o de desconexión de la alimentación, el inversor que se encuentra se activa automáticamente y asume el suministro para alimentar las cargas conectadas. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

Conexión en paralelo y trifásica, multiplique la potencia.

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. También es posible su funcionamiento en modo trifásico o en fase dividida para las aplicaciones industriales más exigentes.

#### Ficha técnica

---

<b>Tipo de Producto</b>	<b>Inversores</b>
<b>Marca</b>	Victron Energy
<b>Modelo</b>	CMP125010000
<b>Gama</b>	Multiplus
<b>Voltios</b>	12
<b>Amperios de Carga (A)</b>	20-16
<b>Potencia Continua (W)</b>	500
<b>Potencia Pico (W)</b>	1000
<b>¿Cargador?</b>	Si
<b>Aplicación principal</b>	Energías Renovables
<b>Largo (mm)</b>	311
<b>Ancho (mm)</b>	182
<b>Alto (mm)</b>	100
<b>Peso (Kg)</b>	4,4
<b>Garantía (meses)</b>	60

## CARACTERISTICAS DE CABLES PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### CABLE PARA INSTALACION FOTOVOLTAICA C.C.

General Cable

# eXZHellent® SolaR

exZhellent SOLAR

ZZ-F (pV1-F)

1.8kVdC-0.6/1kVaC

#### APLICACIONES:

Los cables Exzhellent® Solar ZZ-F (PV1-F) han sido diseñados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil, sobre tejado o de integración arquitectónica.

No recomendado para instalación subterránea, ya sea bajo tubo o directamente enterrado.

Exzhellent® Solar garantiza la máxima eficiencia en la evacuación de la energía producida durante toda la vida útil de su instalación.

#### CONSTRUCCIÓN:



#### 1. Conductor:

Cobre estañado Clase 5 para servicio móvil (-F)

#### 2. Aislamiento:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)

#### 3. Cubierta:

Elastómero termoestable libre de halógenos (Z)

#### NORMAS:

TÜV 2 Pfg 1169/08.2007

UTE C 32-502

#### TENSIÓN:

1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

#### PRESTACIONES:



#### APROBACIONES:



Ecológico



Certificado por TÜV Rheinland



Certificado por LGE Bureau Veritas



# eXZHellent® SolaR

**exZhe**lent SOLAR

ZZ-F(pV1-F)  
1.8kVdC-0.6/1kVaC

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código General Cable	Sección mm²	Color de cubierta	diámetro exterior mm	peso kg/km	Radio mín. de curvatura mm	Resist. máx. del conductor a 20°C $\mu\Omega/\text{km}$	Intensidad al aire (I) a	Caída de tensión en dC V/a.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1619108/1614108	1x4	■ ■ ■	5,8	62	23	5,09	55	14,18
1619109/1614109	1x6	■ ■ ■	6,6	85	26	3,39	70	9,445
1619110/1614110	1x10	■ ■ ■ ■	8,0	135	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■ ■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■ ■ ■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■ ■ ■ ■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

Todos los cables están certificados por TÜV.

Los cables con los códigos 1614108, 1614109 y 1614110 están certificados por LCIE.

En gris oscuro: stock disponible. ■

Sección disponible hasta 1x300 mm² bajo pedido.

Cable con cubierta de color azul bajo pedido.

(1) Cable único libre al aire (TÜV 2Pfg 1169/08.2007):

Temperatura ambiente: 60°C

Temperatura del conductor: 120°C



# Características Obligatorias

exZhe lent SOLAR

## RESISTENCIA A LA TEMPERIE

				
TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR: 120°C (1) IEC 60216	RESISTENCIA A TEMPERATURAS EXTREMAS Mínima: -40°C IEC 60811-504, -505, -506	RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETAS (UV) UL 1581	RESISTENCIA AL OZONO IEC 60811-403	RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA IEC 60811-402

## VIDA ÚTIL



## RESISTENCIA MECÁNICA



## ECOLÓGICO - ALTA SEGURIDAD



(1) Hasta 20.000 horas de funcionamiento (IEC 60216-1)

## CABLE PARA INSTALACIÓN C.A.

**THW-90**

### USOS

Aplicación general en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambiente seco o húmedo, conexiones de tableros de control y en general en todas las instalaciones que requieran mayor capacidad de corriente al TW-80.

### DESCRIPCIÓN

Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido, cableado ó flexible. Aislamiento de PVC.

### CARACTERÍSTICAS

Buena resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, productos químicos, grasas, aceite y al calor hasta la temperatura de servicio. Retardante a la llama.

### MARCA

INDECO S.A. THW-90 450/750 V <Sección> <Año de Fabricación>

### CALIBRES

2.5 mm<sup>2</sup> – 500 mm<sup>2</sup>

### EMBALAJE

De 2.5 a 10 mm<sup>2</sup>: En rollos estándar de 100 metros. De 16 a 500 mm<sup>2</sup>: En carretes de madera.

### COLORES

De 2.5 a 10 mm<sup>2</sup>: Amarillo, azul, blanco, negro, rojo y verde. Mayores de 16 mm<sup>2</sup>: Solo en color negro.



### Normas de Fabricación

NTP 370.252

### Tensión de servicio

450/750 V

### Temperatura de operación

90°C

## GUIAS DE OBSERVACIÓN

### GUIA DE OBSERVACION 1

Proyecto: “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE”

Tesista: RIOS LARREA JOSÉ FELICIANO.

Lugar: Caserío la Algodonera, Distrito de Olmos, Provincia y Departamento de Lambayeque.

Fecha: DICIEMBRE 2017

Instrucciones: Describa las cargas eléctricas en cada vivienda a electrificar.

N°	Carga Eléctrica	Cantidad	Potencia Instalada (Watt)	Horario Normalmente de uso	Horas Promedio de uso	Energía (Watt-H)
	Total					

## GUIA DE OBSERVACION 2

Proyecto: “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS – LAMBAYEQUE”

Tesista: RIOS LARREA JOSE FELICIANO.

Lugar: Caserío la Algodonera, Distrito de Olmos, Provincia y Departamento de Lambayeque.

Fecha: Diciembre 2017

Instrucciones: Describa los horarios de utilización cargas eléctricas en cada vivienda a electrificar.

Rango de Horas	Carga Eléctrica	Cantidad	Potencia Instalada (Watt)	Horas de uso	Energía (Watt-H)
08.00 - 12.00					
12.00 - 18.00					
18.00 - 20.00					
20.00 - 23.00					
Total					

## **FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres:

---

- Profesión:\_\_\_\_\_

- Grado académico:\_\_\_\_\_

- Actividad laboral actual:

---

---

### INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvasse marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	(ALTO)	(MEDIO)	(BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)			
b) Experiencia como profesional. (EP)			
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

---

*Firma del entrevistado*

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es un la entrevista, cuyo título es “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS – LAMBAYEQUE”

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: \_\_\_\_ Poco pertinente: \_\_\_\_ No es pertinente: \_\_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: \_\_\_\_ Insuficientes: \_\_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: \_\_\_\_ Poco adecuadas: \_\_\_\_ Inadecuadas: \_\_\_\_

Por favor, indique las razones:

---

---

---



4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

---



---



---



---

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

---

Firma del Experto

## PANEL FOTOGRAFICO



Figura 38. La Algodonera



Figura 39. La Algodonera



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS - LAMBAYEQUE"**

**TESIS PARA PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**RIOS LARREA JOSE FELICIANO**

**ASESOR:**

**Mg. Ing. DECIDARIO ENRIQUE DIAZ RUBIO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN**

**CHICLAYO - PERÚ**

**Match Overview**

**20%**

< >

1 es.entsolar.com 3% >  
Internet Source

2 cybertesis.uni.edu.pe 2% >  
Internet Source

3 repositorio.uncp.edu.pe 1% >  
Internet Source

4 www.inei.gob.pe 1% >  
Internet Source

5 docplayer.es 1% >  
Internet Source

6 repositorio.ucsg.edu.ec 1% >  
Internet Source

7 gruporural.pucp.edu.pe 1% >  
Internet Source

8 repositorio.uax.es 1% >  
Internet Source

9 Submitted to Universid... 1% >  
Student Paper

10 quintoaesj.blogspot.co... 1% >



## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Deciderio Enrique Díaz Rubio, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada: **"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO DE LA ALGONODERA, OLMOS - LAMBAYEQUE"**, del bachiller;

**JOSÉ FELICIANO RIOS LARREA**

Constato que la Tesis tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 07 de marzo de 2019



.....

Firma  
Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio  
16728343



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Rios Larrea José Feliciano

D.N.I. : 40280919

Domicilio : Av. Las Américas #264-P.J. San Francisco

Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 945711003

E-mail : jfri44@hotmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA

Escuela : INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Carrera : INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Título : INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Rios Larrea José Feliciano

Título de la tesis:

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CENTRO POBLADO LA ALGODONERA, OLMOS – LAMBAYEQUE.

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

26 de febrero del 2019





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

José Feliciano Pios Larrea

INFORME TITULADO:

"Diseño de un sistema fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica en el centro poblado La Algodonera, Olmos - Lambayeque"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: 03 de Noviembre 2018

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por mayoría

  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

